

XXVI. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Séta az íjászat fizikája körül

HÄRTLEIN KÁROLY GYÖRGY

Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest

2014-ben, 15 évesen kaptam meg az első íjamat, ami egy modern anyagokból készült belépő kategóriájú reflexíj (*recurve bow*) volt (1. ábra). Ezt az íjat arra tervezték, hogy szabad téren, hobbi szintjén íjaskodjanak vele, nem több mint 30 m-es távon.

Az íj középrésze alumíniumból van, amit műanyaggal vontak be, erre lehet rácsavarozni a két karbonszál-erősítésű kart, amelyek rugalmasan deformálódnak, amikor kihúzzuk az ideget, és így tárolják az energiát, amelyet a kilövés során átadnak a nyílvevőnek. Amikor először összeszereltem az íjat, akkor láttam, hogy a középrészen menetes furatok vannak, amelyekről nem tudtam, hogy mire valók.

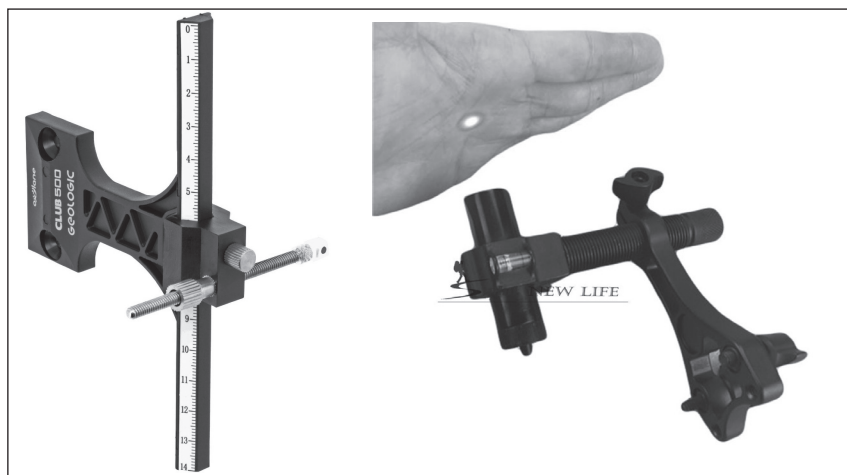
A kezdetek kezdetén még gyenge voltam íjam többszöri kihúzásához, mert az íj felhúzásához szükséges hát- és karizmaim fejletlenek voltak. Ennek következtében egy tízes sorozat első három lövése még elfogadhatóan pontos volt, de a többi egyre nagyobb szórást eredményezett. Egy általam kitalált 10–10 lövéses edzés végén a külső megfigyelőnek már úgy tűnhetett, mintha célzás nélkül lőttem volna. Másnap természetesen szörnyű izomlázam volt. Utólag visszagondolva, nem a kihúzással volt a probléma, hanem az íj megtartásával. A fáradtság úgy jelentkezett, hogy valamelyik kezem elkezdett remegni, ezért lett pontatlan a lövés.

Az íj gyártójának honlapjáról tudtam meg, hogy az említett furatok egyikébe irányzékot (*sight*) lehet szerelni. Megvettem, ezzel javult lövéseim pontossága, de ez még nem felelt meg az elvárásaimnak (2. ábra).

Tovább keresgéltem az íjászboltokban mindaddig, amíg rá nem akadtam egy lézeres irányzékra, amit szintén megvettem, és fel is szereltem. Ez megmutatta a lényeg-



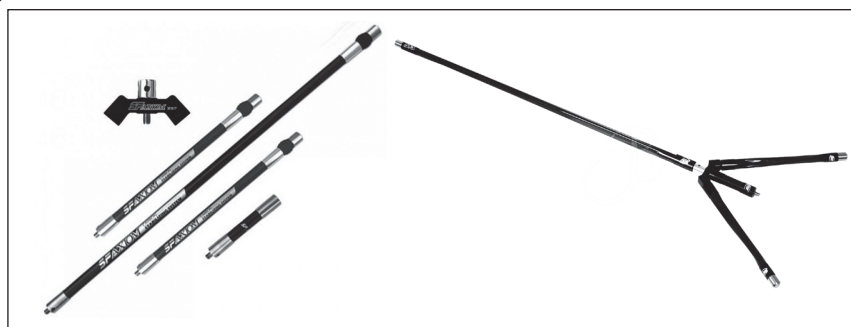
1. ábra. Reflexíjam



2. ábra. Irányzékok

get, célzás közben a lézer foltja fél métereket imbolygott a céltáblán kezem remegésének következtében. Az is jól látszott, hogy az imbolygás annál nagyobb, minél hosszabban célzok. Ezután a sok lövöldözés megedzette a hát- és karizmait, így minden lövés biztosabb lett. De az a mozdulat, hogy a célkeresztet a célpontra vigyem, még mindig nehéz volt, olyasmiszerűt keltett bennem, mint amikor a számítógépen az egér sebessége gyorsra, il-

letve érzékenysége nagyra van állítva, és egy kis ikonra kell rákattintani. Így újra felmentem a gyártó honlapjára, hátha kínálnak megoldást a problémára. Rá is találtam egy az íjra szerelhető stabilizátor formájában, ami egy vagy több rúdból álló szerkezet és mereven az íjhoz van csavarozva. Ez a megoldás már jelentősen megnövelte az íj tehetetlenségi nyomatékát, de nem nagyon változtatta meg a tömegét és a súlypontját (3. ábra).



3. ábra. A stabilizátor

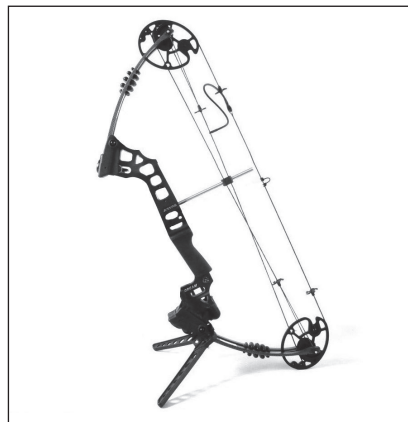
A viszonylag hosszú rudak végein egy-egy súly van, míg magát a rudat a lehető legkönnyebbre készítik. Ha egyetlen rúdból áll a stabilizátor, akkor a nyílveszővel párhuzamosan, a középrész markolat alatti felénél kapcsolódik az íjhoz. A stabilizátor állhat három rúdból is, amelyek részúton hátrafelé állnak, így az íj nem akar előredőlni, a tömegközéppontjának helyzete alig változik. Ez a tartozék csillapítja az íj rezgését, és finom, precíz mozgást tesz lehetővé, ami rengeteget segít a célzásban. Összességében ez az eszköz nem engedi a kéz rezgését átadni az íjnak, stabilizálja az íjat, ezért stabilizátornak (*stabilizer*) hívják. Tehát egy újabb furat feladatára derült fény, de még mindig volt egy, amelynek még nem ismertem a funkcióját. Hamar megtudtam, hogy ezt egy olyan szerkezet részére készítették, amelyik a nyílveszőt tartja és vezeti a lövés során. Ezt az eszközt kifutónak (*arrow rest*) hívják. Ezek a tartozékok a hagyományos, történelmi íjakra sohasem kerülnek, ezeket a modern kor tudományos eredményei tették lehetővé.

Második íjam

Két évvel később, 2016 nyarán vettem egy csigás íjat (*compound bow*) (4. ábra). Amikor először megpillantottam, olyan érzésem volt, mintha nem is íjat tartanék a kezemben, hanem valami futurisztikus fegyvert. „*Let off*”: ez a kifejezés csak a csigás íjakat jellemzi, ezt magyarul kikönynyítésnek hívják. Az első kihúzáskor meglepődve tapasztaltam, hogy a felhúzás kezdetén sokkal nagyobb erőt kellett kifejteni, mint a reflexíjnál, de amikor a felhúzás végéhez értem, hirtelen sokkal könnyebb lett megtartani, mint a másik íjat. Felépítését tekintve az alapok maradtak a régié, ugyanúgy megvan a középrész, ami jóval nagyobb, mint a reflexíjnál; kisebb a két kar, amelyek más szögben is állnak és kevésbé deformálódnak, de ehhez sokkal több erő szükséges; és eltérés a stabilizátornak és a kifutónak kialakított hely.

Itt újdonság viszont, hogy a karok végén két csiga helyezkedik el, ezekre van ráfűzve az ideg. A csigákat két kábel köti össze,

ez teszi lehetővé a csigás íj másik nagy előnyét, mégpedig azt, hogy az íjat nem kell leajzani használat után. A kábeleket egy kábelvezető húzza ki az ideg és a kifutó síkjából, hogy a nyílveszőt ne zavarja. A harmadik nagy előny, hogy az íj erőssége és a maximális kihúzhatósága állítható, ezáltal teljesen személyre szabható. Ez úgy lehetséges, hogy a karok alapállapotban lévő



4. ábra. Csigás íjam

megfeszítettségét lehet változtatni. A célzás viszont gyökeresen megváltozott. Mivel az íjnal már lehet definiálni egy maximális kihúzhatóságot, így az ideg minden lövésnél ugyanabban a pozícióban lesz. Ezt kihasználva, az ideg szárai közé van befűzve egy nézőke (*peep sight*), ezen keresztül kell nézni a középrészre szerelt irányzékra, majd azon keresztül a célpontra. Ez a módszer nagyon hasonlít a puskák és a pisztolyok célzására. Még egy lényeges különbség, hogy a reflexíjakat általában kézzel húzzák ki, míg a csigás íjakhoz van egy el-sütő szerkezet. Ez a szerkezet az idegre fűzött hurokba (*D-loop*) akasztható be, és egy ravasz meghúzásával elengedi azt. Ez nemcsak jóval pontosabb, mint a kézzel elengedés hagyományos módszere, de a bőrt is kíméli az ujjbegyeken. Ezenkívül mindkét fajta íjnak az idegére szoktak tenni rezgés-csillapítókat, amelyek egyszerre csökkentik az íj rezgését és hangját, ezzel is növelve a pontosságot.

Az íjak karakterisztikája

Az íjak rugalmas deformációval tárolják az energiát. Azt a munkamennyiséget, amennyivel a karokat meghajlítjuk, elraktározza, majd az elengedés pillanatában valamilyen hatásfokkal átadja a nyílveszőnek, ami ettől elkezdi gyorsulni. Ezt a folyamatot olyan diagramon szemléltetem, ahol a vízszintes tengelyen a kihúzás hosszát, a függőleges tengelyen a kihúzáshoz szükséges erőt ábrázoltam.

Az íjak fejlődésének kiindulópontja a hosszú íj (*long bow*) volt. Ezt egyetlen hosszú, meghajlított fából csinálták elődeink, és a modern társadalom a hagyományokat megőrizve nem is gyártja másból. Az íj karakterisztikagörbéje egyenes arányosság. Ez azt jelenti, hogy minél jobban húzzuk ki az íjat, annál nagyobb erőt kell kifejtenünk. Vegyük észre, hogy a görbe alatti terület a munkával egyenlő. Tehát a kihúzás hosszának négyzete egyenesen aránylik a befektetett munkához. Ez megegyezik a középiskolában tanult rugó erőtvénnyel, amelynek alakja $F = -D \cdot x$. A nyílvesző mozgási energiája, rombolóképesége a karokban tárolt energiával arányos.

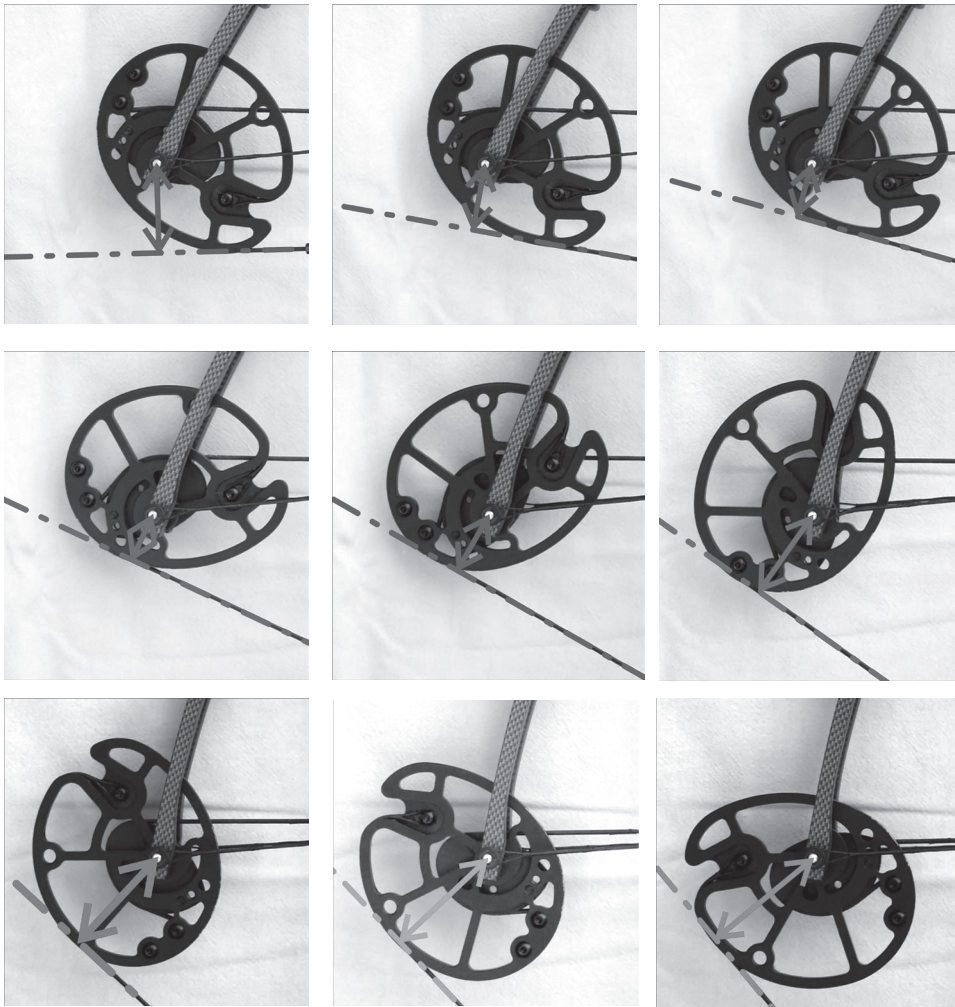
Azok az emberek, akik ezt fejlesztették tovább, és ezzel új típusú íjakat hoztak létre, két dolgot tartottak szem előtt: az íj legyen minél erősebb és pontosabb.

A következő, egy szinttel fejlettebb íj a visszacsapó vagy reflexíj. Ennek karjai ajzatlan állapotban ellenkező irányba hajlanak, mint amerre feszítik, így egy „S” betűt formálnak. A kihúzás során a karok távolsága máshogy változik, mint a hosszú íjnal, így a karakterisztika is megváltozik: az egyenes arányosságból progresszív görbe lesz. A lovas íjászok jobban szeretik a reflexíjat, mert jóval rövidebb, mint a hosszú íj.

Napjainkban a csigás íjba építették bele a legtöbb műszaki újdonságot, amelyet az anyagtechnológia ad (üvegszál, szén-szál, kevlár erősítésű műanyagok), továbbá fizikatudást. Az említett kikönynyítés funkciója lehetővé teszi, hogy olyan erős karokat építsenek bele, hogy a maximális terhelést is meg lehessen megtartani, és célozni vele.

A változó sugarú csigarendszer felhúzás közben változtatja azt az erőkart, amelynek segítségével deformáljuk az íj energiátároló karjait (5. ábra). A csigák profiljainak elemzése meghaladja a középiskolai matematikai és fizikai tananyagot.

Fontos, hogy ennek segítségével az íjban tárolt energia megsokszorozható, és mégis könnyebb kihúzott állapotában megtartani, ezáltal pontosabban lehet célozni is. A grafikon képe nagyon megváltozik. Kezdetben nagyon meredeken növekszik az erő, eztán egy platószerű sza-



5. ábra. Az erőkar változása felhúzás közben

kasz következnek, ahol az erő eléri a maximumát, majd egy völgybe esik le, ahonnan már nem lehet tovább húzni. Az is új a csigás íjnal, hogy definiálni lehet egy maximális erőt. Az eddigi íjknál nem lehet egyértelműen megmondani az íj erősségét, csak úgy lehetne definiálni, hogy egy adott kihúzáshoz mekkora erő tartozik.

Természetesen az íjaknak is van hatásfokuk. Minden olyan hatás veszteség, amely nem a nyílvesztőt gyorsítja. A már korábban említett rezgés (amelyet rezgéscsillapítóval csökkentenek), valamint az íjak hangja is veszteség. Az ideg még a nyílvesztő irányába mozog az elválás után is.

A tűzfegyverekkel ellentétben, ahol a lövedék energiája kémiai úton keletkezik, az íjban tárolt energiát, ami a nyílvesztőnek adódik át, teljes mértékben az íjásznak kell befektetni. Azok a katonák, akik a csata alatt íjakkal pusztították az ellenséget, nagyon erős fizikumú emberek lehetnek, hiszen órákon, olykor egész napon át lőttek, és minden lövésnél az izmaik erejével kellett az ehhez szükséges energiát betáplálniuk.

A mérés

Két íjam karakterisztikájának kimérését először súlyok ráakasztásával szerettem volna elvégezni. Minden ráakasztott súly után megmértem volna az íj „kihúzottságát”. Sajnos ezt a módszert el kellett vetnem, mert a csigás íjat a kikönyvítés után nagyon nehéz és hosszadalmas lett volna mérni, így biztosan használhatatlanul pontatlan eredményt kaptam volna.

Egy másik metódust találtam ki: a súlyokat rugóval helyettesítettem, így terveim szerint a kikönyvítés után egyszerűbben tudom mérni az erőt. Először meghatároztam a rugó direkciós erejét súlyok ráakasztásával. Ezután akasztottam az idegre, és két dolgot mértem: az íj kihúzásának mértékét és a rugó aktuális hosszát, amelyből kiszámoltam a kihúzáshoz szükséges erőt. Ahogy az előző esetben, itt is csak elvben működött az eljárás, mert nem találtam megfelelő rugót. Vagy túl gyenge volt, vagy a kikönyvítés után a rugó kezelhetetlenül sokat nyúlt meg.

A végső és egyben sikeres módszert egy, a XXI. századnak megfelelő eszköz adta. A ScienceCube egy olyan mérőrendszer, amelyhez különböző érzékelőket lehet hozzákapcsolni, és ezek adatait dolgozza fel. Sajnos az erőmérője csak 80 N-ig tud mérni, ezért be kellett iktatni a rendszerbe egy csigasort, amelynek segítségével meg-négyszerezhettem a méréshatárt.

Ez a csigasor egy álló- és két mozgósítható állt, így az eszközre nem jutott akkora terhelés, amekkora tönkretette volna. Innen már egyszerű volt a dolog: teljesen kihúztam az íjakat, és a csigákon átvetett kötelet egy mérőszalag mellett engedtem vissza. Közben 2 cm-enként megálltam, és leolvastam, hogy mekkora erőt mutat az eszköz. Ezután ábrázoltam az adatokat. Az így megalkotott mérőeszköznek a tengelyek súrlódása miatt jelentős lett a hiszterézise. Ennek következtében arra kellett figyelni, hogy a mérést mindig egy irányból végezzem. Az eredményeimet táblázatban foglaltam össze, az ebből készített 6. ábrán jól látszik a csigás íj előnye a reflexíjjal szemben.

A két görbén gyönyörűen látszanak az előző fejezetben leírtak. A reflexíj karakterisztikája majdnem egyenes arányosságot mutat, tehát minél jobban ki van húzva, annál nagyobb

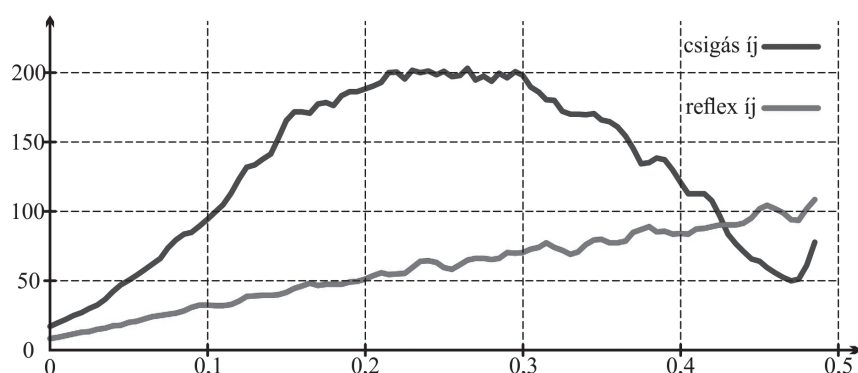
erő kell a megtartásához. 48,5 cm hosszan kihúzva a célzásor megtartandó erő nagysága 108,4 N. A csigás íjnal egész más a helyzet. Itt hirtelen lesz nagyon nehéz húzni, majd a kikönyvítés után kisebb erővel kell tartani az ideget a célzásához, mint a reflexíjnal. Ugyanazzal a nyílvesztővel, ugyanakkora megfeszítési hosszánál mindössze 50 N, ami kevesebb, mint az előző érték fele.

Ezek után összehasonlítottam az íjakat energetikai szempontból. Amint már említettem, a görbe alatti terület a befektetett munkával egyenlő. Még nem tanultam az integrálszámítást, így csak numerikusan tudom kiszámítani az íjamban tárolt energiát, téglalapokkal közelíték. Egészen pontos értéket infinitenzimálisan kicsiny részekre osztással kaphattam volna, elfogadhatóan jó közelítést ad az 5 mm széles egységekre való bontás. Ekkor még elfogadható mértékű hibát ejtek. Tehát a $W=F \times s$ képletet használom, majd ezeket összegzem. A reflexíj 28,5 joule, a csigás íj 62,9 joule energiát tárol, mindkettő értéke meghaladja a 7,2 joule mozgási energiát. Ez azért fontos,

kihúzás hossza (méter)	csigás íj (new- ton)	reflexíj (new- ton)	csigás íj (joule)	reflexíj (joule)	kihúzás hossza (méter)	csigás íj (new- ton)	reflexíj (new- ton)	csigás íj (joule)	reflexíj (joule)
0	16,8	8,4	0,084	0,042	0,18	176,4	47,2	0,882	0,236
0,005	19,6	9,2	0,098	0,046	0,185	183,2	47,2	0,916	0,236
0,01	22	10,4	0,11	0,052	0,19	186,4	48,8	0,932	0,244
0,015	24,8	11,6	0,124	0,058	0,195	186	49,2	0,93	0,246
0,02	26,8	12,8	0,134	0,064	0,2	186,8	51,2	0,934	0,256
0,025	30	13,2	0,15	0,066	0,205	188,4	53,6	0,942	0,268
0,03	32,4	14,8	0,162	0,074	0,21	192,8	55,6	0,964	0,278
0,035	36,4	15,6	0,182	0,078	0,215	200	54,4	1	0,272
0,04	42	17,2	0,21	0,086	0,22	200,4	54,8	1,002	0,274
0,045	46,8	18	0,234	0,09	0,225	198	55,2	0,99	0,276
0,05	50,4	20	0,252	0,1	0,23	198,4	59,2	0,992	0,296
0,055	54	20,8	0,27	0,104	0,235	199,6	64	0,998	0,32
0,06	57,6	22,4	0,288	0,112	0,24	200	64,4	1	0,322
0,065	62	24	0,31	0,12	0,245	198,8	63,2	0,994	0,316
0,07	66	24,8	0,33	0,124	0,25	198	59,2	0,99	0,296
0,075	73,6	25,6	0,368	0,128	0,255	199,2	58	0,996	0,29
0,08	79,2	26,4	0,396	0,132	0,26	198	61,6	0,99	0,308
0,085	83,6	28	0,418	0,14	0,265	197,6	64,8	0,988	0,324
0,09	84,8	30,8	0,424	0,154	0,27	197,2	66	0,986	0,33
0,095	89,2	32,4	0,446	0,162	0,275	198	66	0,99	0,33
0,1	94,4	32,4	0,472	0,162	0,28	198,8	65,2	0,994	0,326
0,105	99,6	32	0,498	0,16	0,285	199,6	66	0,998	0,33
0,11	104,8	32	0,524	0,16	0,29	198,4	70	0,992	0,35
0,115	113,2	32,8	0,566	0,164	0,295	190	69,6	0,95	0,348
0,12	123,6	35,2	0,618	0,176	0,3	186,8	70,4	0,934	0,352
0,125	131,6	38,4	0,658	0,192	0,305	183,6	72,8	0,918	0,364
0,13	133,6	39,2	0,668	0,196	0,31	180	74	0,9	0,37
0,135	137,6	39,6	0,688	0,198	0,315	180,4	77,2	0,902	0,386
0,14	141,2	39,6	0,706	0,198	0,32	180	74	0,9	0,37
0,145	152,4	40	0,762	0,2	0,325	172	72	0,86	0,36
0,15	165,6	41,6	0,828	0,208	0,33	170	68,8	0,85	0,344
0,155	168,4	44,4	0,842	0,222	0,335	170	70,8	0,85	0,354
0,16	169,2	46	0,846	0,23	0,34	169,6	76	0,848	0,38
0,165	172,4	48	0,862	0,24	0,345	170,4	79,2	0,852	0,396
0,17	173,6	46,4	0,868	0,232	0,35	166	79,6	0,83	0,398
0,175	174,4	47,2	0,872	0,236	0,355	164,4	77,2	0,822	0,386

kihúzás hossza (méter)	csigás íj (new- ton)	reflexíj (new- ton)	csigás íj (joule)	reflexíj (joule)	kihúzás hossza (méter)	csigás íj (new- ton)	reflexíj (new- ton)	csigás íj (joule)	reflexíj (joule)
0,36	160,8	77,2	0,804	0,386	0,43	83,6	90	0,418	0,45
0,365	154	78,4	0,77	0,392	0,435	76,4	90	0,382	0,45
0,37	145,6	84,8	0,728	0,424	0,44	71,2	91,2	0,356	0,456
0,375	142,8	86,8	0,714	0,434	0,445	65,6	95,2	0,328	0,476
0,38	140	88,8	0,7	0,444	0,45	64	102	0,32	0,51
0,385	138,4	85,2	0,692	0,426	0,455	59,6	104,4	0,298	0,522
0,39	137,2	85,6	0,686	0,428	0,46	55,6	102	0,278	0,51
0,395	129,6	83,6	0,648	0,418	0,465	52,4	98,8	0,262	0,494
0,4	120,4	84	0,602	0,42	0,47	50	94	0,25	0,47
0,405	114	83,6	0,57	0,418	0,475	51,2	93,6	0,256	0,468
0,41	112,4	87,2	0,562	0,436	0,48	61,2	102	0,306	0,51
0,415	112,4	87,6	0,562	0,438	0,485	77,6	108,4	0,388	0,542
0,42	107,6	88,8	0,538	0,444				62,984	28,454
0,425	96,4	90	0,482	0,45					

Táblázat. Mérési eredmények



6. ábra. Íjaim karakterisztikája (az íj megtartásához szükséges erő a kihúzás függvényében). A világosabb görbe a reflexíjra vonatkozik, a sötétebb a csigás íjra

mert előlött fegyverviselési engedély szükséges a lőfegyverekre, szerencsére az íjak nem tartoznak ide. Ezekből az értékekből látszik talán a legjobban, hogy a visszacsapó íjak csak hobbi szintjén állja meg a helyét, míg a csigás íj akár egy vaddisznó eljétére is alkalmas fegyver.

Történelmi érdekesség

A százéves háború alatt az agincourt-i ütközet előtt a franciák azzal fenyegették az angolokat, hogy íjászfoglyaik mutató és középső ujját levágják, amely nélkül az íjász többé nem íjász. A fogságba nem esett íjások e két ujj lengetésével köszöntek, tisztelegtek egy-

másnak; illetve heccelték a francia ellenségeiket. Az utókor ezt értelmezte rosszul úgy, hogy „V” mint „victory”.

Diák pályázatunk Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriájába beérkezett dolgozat.

Források

Hack Antal (1991): Íjászat, Országos Testnevelési és Sportthivatal, Budapest
Kövécsek Levente (2015): A fizika alkalmazása az íjászatban néhány íjmechanikai probléma megoldásában, BSc szakdolgozat ELTE

Meyer, H. O. (2015): Applications of Physics to Archery, Physics Department, Indiana University
<http://www.roystonarchery.org/new/beginners-2/equipment/bow-physics/>
<http://www.huntersfriend.com/archery-help/compound-bow-archery-selection-guide.html>
<http://web.axelero.hu/jozs/cikk-11.htm>
<http://www.buildyourownbow.com/finding-time-to-make-a-longbow-or-recurve-bow/>
<http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-archery.html>
<http://www.untamedscience.com/archery-physics/>
<http://archeryphysics-mrsmith08.awardspace.com/>
<http://mrfizzix.com/archery/>
<https://www.smore.com/r832y-physics-in-archery>
https://www.huntersfriend.com/_help_popups/whatsthis12.htm
<http://www.bowhuntingbasics.com/getting%20started.htm>
<http://thebestcompoundbows.com/compound-vs-recurve-bow/>
<http://gizmodo.com/how-compound-bows-work-and-what-you-need-to-know-to-sho-1734140510>
<https://www.quora.com/How-do-compound-bows-work>
http://www.ehow.com/how-does_4568731_compound-bow-work.html

Hóvirág- és vetővirág-szövettenyészetek és a kiindulási növények enzimmintázatainak összehasonlító vizsgálata

CSUBÁK RAMÓNA

Bessenyei György Gimnázium és Kollégium, Kisvárdra

A kikeleti hóvirág (*Galanthus nivalis*) és az őszi vetővirág (*Sternbergia lutea*) az egyszikűek (*Liliopsida*) osztályának a spárgavirágúak (*Asparagales*) rendjébe, ezen belül az amarilliszfélék (*Amaryllidaceae*) családjába tartozó fajok. Az Európai Unió területén védett fajnak számítanak, több természetvédelmi egyezmény listázza.

A kikeleti hóvirág eredeti előfordulási területe a Pireneusoktól kezdve Közép-Európán keresztül egészen a Kaukázusig terjed. A hagymájában található alkaloidoknak (galantamin, likorin, hemantamin, nartazin) kiemelkedő a gyógyászati jelentősége. Az őszi vetővirág Dél-Európától Közép-Ázsiáig található meg. Vadon élő állományai erősen lecsökkentek, szintén védett fajként tartják számon. [1] Földünk számos területén találkozhatunk olyan védett növényekkel, amelyek számunkra fontos hatóanyagokat termelnek, ám gyűjtésükkel tovább csökkentenénk állományait. A növényi szövettenyésztés során mesterségesen szaporíthatunk e fontos növényeket, megmenethetnénk a kipusztulástól, valamint a laboratóriumi körülmények között felnevelt egyedekből

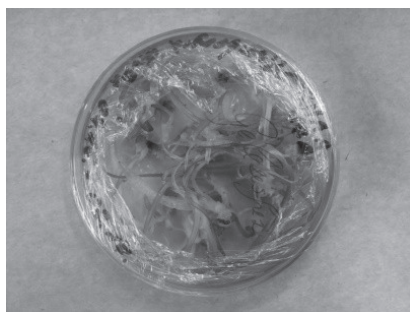
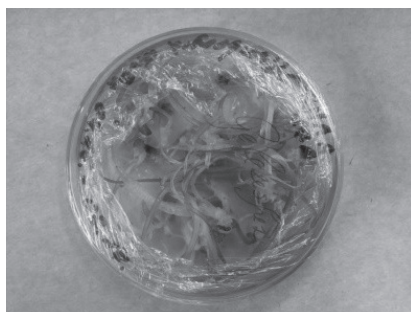
vonhatnánk ki azon anyagokat, amelyeket később az iparban hasznosíthatunk, további kutatási célokra felhasználhatunk.

A konzervációbiológiában kiemelt figyelemben részesítik a veszélyeztetett, esetleg gazdaságilag jelentős fajok védelmét. Fokozottan tanulmányozzák morfológiájukat, ökológiai igényüket, begyűjtik a szaporító képleteiket, mesterséges körülmények között tanulmányozzák a magok fertilitását, és mikroszaporítási eljárásokat dolgoznak ki. Ilyen szaporítási eljárás a szövettenyésztés. Előnye, hogy olcsó, független az éghajlattól, kortól és betegségektől, valamint a termelés ellenőrizhető.

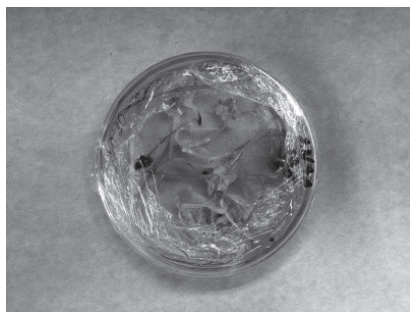
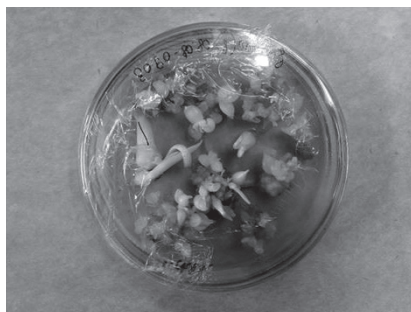
A szövettenyésztés célja pl. a vegetatív mikroszaporítás, másodlagos anyagcseretermékek előállítás, amelyeknek gyógyászati jelentősége van, valamint genetikailag módosított növények létrehozása. A termelés olcsó és ellenőrizhető. A szövettenyésztés során a növény egy részéből, szövetéből mesterséges táptalajon nevelve kalluszt, azaz differenciálatlan sejtömeget hoztunk létre. Az eljárás segítségével veszélyeztetett növényeket is sikeresen szaporíthatunk.

Célunk volt a *Galanthus nivalis* és *Sternbergia lutea* szövettenyészetinek nevelése, majd enzimmintázatainak (peroxidáz, kataláz enzimek) összehasonlító vizsgálata. Ehhez egy biokémiai módszert, a poliakrilamid-gélelektroforézist (PAGE) használtuk fel, melynek segítségével az enzimatikus antioxidánsok jelenlétét vizsgáltuk meg.

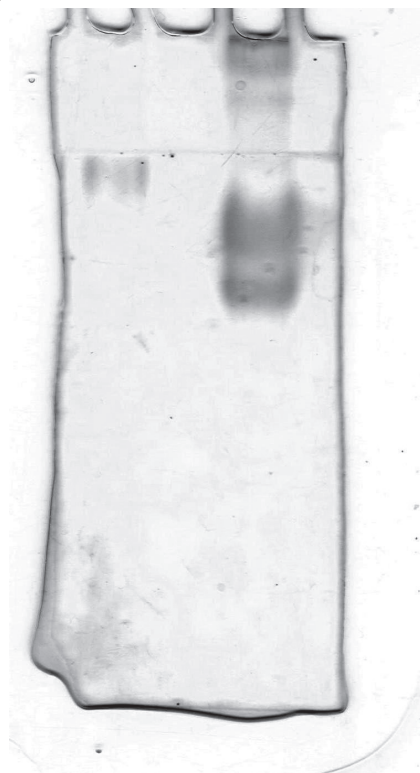
A hóvirág hagymájában (0,1%-ban) található alkaloidok, kiemelten a galantamin a gyógyászatban jelentős szerepet tölt be. Az enyhe-közepes demencia kezelésére használt egyik legfontosabb gyógyszer hatóanyagát a galantaminból, a hóvirág hagymájából kinyert vegyületből állítják elő. A hatóanyag az egyik agyi neurotranszmitter vegyület, az acetilkolin szintjét növeli, amely az idegsejtekből kiinduló jelzések átvitelében vesz részt. Az Alzheimer-kórt az acetilkolin szintjének csökkenésével hozzák összefüggésbe. A galantamin fokozza az acetilkolin-termelést, és blokkolja az enzimeket, amelyek lebontják a neurotranszmittert. A galantamin az acetilkolin-csökkenést állítja meg, illetve késlelteti, ezáltal megőrzi a memória működését. Egyaránt alkalmasnak



1. ábra. Az őszi vetővirág szövettenyészetének fejlődése



2. ábra. A kikeleti hóvirág szövettenyészetete



3. ábra. Az őszi vetővirág és a kontrollnövényként használt közönséges torma pirogallolal festett peroxidásgélje

bizonyult a gyermekbénulás és izombetegségek kezelése során is. Acetilcolineszterázgátló hatású, ezért műtéteknél alkalmazzák a curare-vegyületek hatására fellépő izomgyengeség megszüntetésére. [2]

Az említett élettani hatások teszik szükségessé a hóvirág laboratóriumi körülmények közötti szaporítását: mivel védett faj, tömeges begyűjtése büntetendő. Fontos a szövettenyésztett növények enzimológiai és egyéb növényélettani vizsgálata annak kiderítésére, hogy a mesterségesen szaporított egyedek is ugyanúgy termelik-e a gyógyászatban oly fontos hatóanyagokat. Szövettenyésztésünk célja tehát a biológiai, biokémiai kutatás, vegetatív mikroszaporítás és másodlagos anyagcseretermékek előállítás.

Anyag és módszer

A hóvirág és vetővirág növények mintái a Debreceni Egyetem Növényzeti Tanszékéről származnak. A peroxidáz és kataláz enzimek mennyiségét szövettenyésztési mintákban és eredeti növényekből készült mintákban mértük meg.

Elsősorban a növények hagymáiból készítettünk tenyésztésre alkalmas szöveteket. Gyűjtés után a hagymát desztillált vizes mosás után nátrium-hipoklorit oldattal fertőtlenítettük, majd újra átmostuk desztillált vízben. Ezután steril – háromszor alkohollal leégetett, majd izzított – esz-

közökkel apróra vágtuk a hagymát, majd bevagdostuk a hagymadarabokat, hogy az enzimatisz folyamatok beinduljanak a szövetekben. Végül steril Petri-csészében előre megöntött hormonos táptalajra helyeztük a mintákat. A táptalaj összetétele során a citokinin és auxin koncentrációjának arányát vettük figyelembe. A citokinin részt vesz a sejtosztódásban (differenciálódásban), megnyúlásban és a csírázás megindításában. Az auxin a hosszirányú megnyúlásért, a gyökér, valamint a hajtás-csúcs növekedéséért felelős. Az auxin és citokinin együttes aránya határozza meg a növény oldalhajtásának növekedését.

A szövettenyésztés lényege, hogy az eredeti növény egy részéből mesterséges táptalajon differenciálatlan sejtalmazt (kallusz) hozunk létre. Az így létrehozott szövetek képesek megőrizni osztódó képességüket, ezáltal átalakulhatnak, szervet képezhetnek, regenerálódhatnak [3]. Fontos a hőmérséklet, a megvilágítás, a páratartalom és a légmozgás stabilitása. [4] A szövettenyészteteket idővel át lehet oltani újabb táptalajra, azonban a művelet elvégzése alatt ügyelni kell a steril környezet biztosítására.

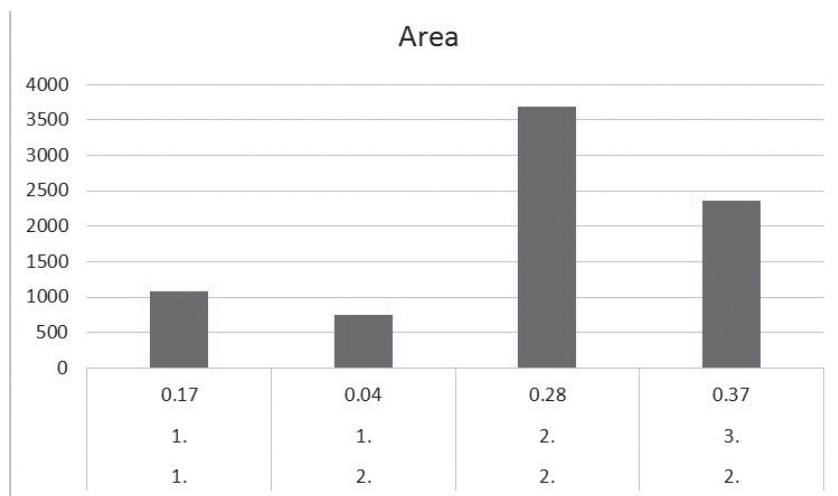
Az 1. ábrán látható a *Sternbergia lutea*, őszi vetővirág szövettenyésztetének fejlődése, a 2. ábrán pedig a *Galanthus nivalis*, kikeleti hóvirág szövettenyésztetése.

A sikeres szövettenyésztés után a kalluszokban lévő enzimek mennyiségét poliakrilamid-gélelektroforézis (PAGE) segítségével mutattuk ki. Enzimatisz (poliakrilamid-gélelektroforézis, peroxidáz, katalázaktivitás gélek) anti-

mosan töltött részecskéket válasszunk szét elektromos erőter hatására, géles közegben. A poliakrilamid gél molekulaszűrőként szolgál: a molekulák mozgási sebessége fordítottan arányos a molekulák tömegével. [6,7]

A növényi szövettenyésztés során az egyedeket alkotó sejteket különböző külső hatások érik, a bennük lévő fenoxi szabadgyökök száma megnövekszik, így a sejtek nem képesek elegendő antioxidánsot termelni, hogy hatástalanítsák a szabadgyököket. A fenoxi szabadgyökök olyan molekulák vagy molekulafragmentek, amelyek külső elektronpályájukon egyedülálló, párosítatlan elektront tartalmaznak, emiatt fokozott a reakciókészségük. Ezen molekulafragmentek származhatnak a növény szervezetében végbemenő oxidációs folyamatokból, fotoszintézisből, fotorespirációból és glikolízisből. A kataláz, valamint peroxidáz enzimek ezen antioxidánsok termelését serkentik a növényi szövetekben.

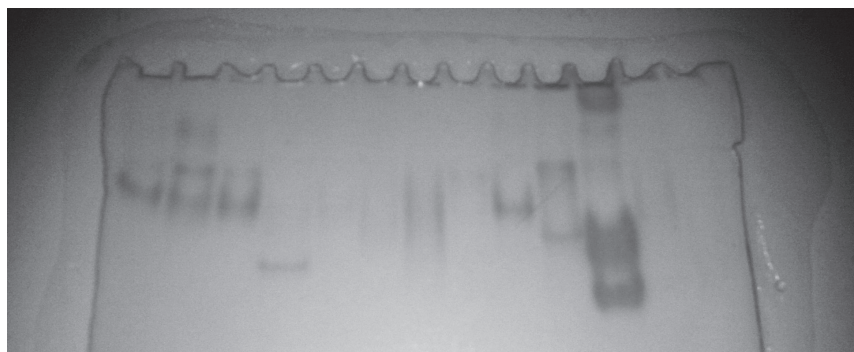
A peroxidázok különböző H-donorokat (RH₂) képesek oxidálni H₂O₂ vagy szerves peroxidok (ROOH) jelenlétében, közöttük különböző fenolokat is. A peroxidázoknak nagy szerepe van a ligninszintézisben, a sejt-differenciálódásban, az aszkorbinsav és szerves ionok oxidációjában, illetve ezek a vegyületek részt vesznek a fenoxi szabadgyökök, monomerek és dimerek képződésében is amellett, hogy a növény betegségekkel szembeni ellenállását erősítik. [8] A szuperoxid és a hidrogén-peroxid baktériumok és gombák elleni antimikrobiális aktivitása *in vitro* kísérletekben igazolt. [9] A kataláz rendkívül elter-



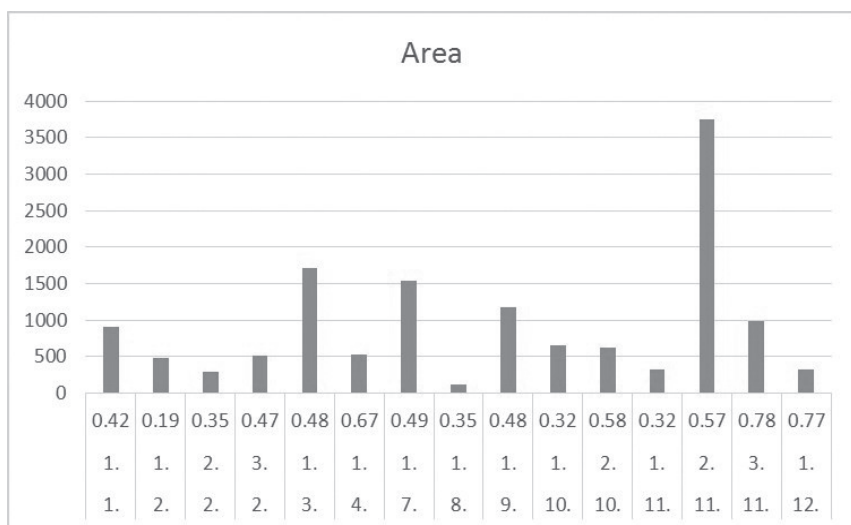
4. ábra. A gél kiértékelése

oxidáns-meghatározást alkalmaztunk a vizsgálataink során. A natív PAGE fehérjék elválasztására szolgáló eljárás. Ennek során igyekszünk olyan körülményeket biztosítani, hogy azok megtartsák natív térszerkezetüket. [5] A poliakrilamid-gélelektroforézis lényege, hogy elektro-

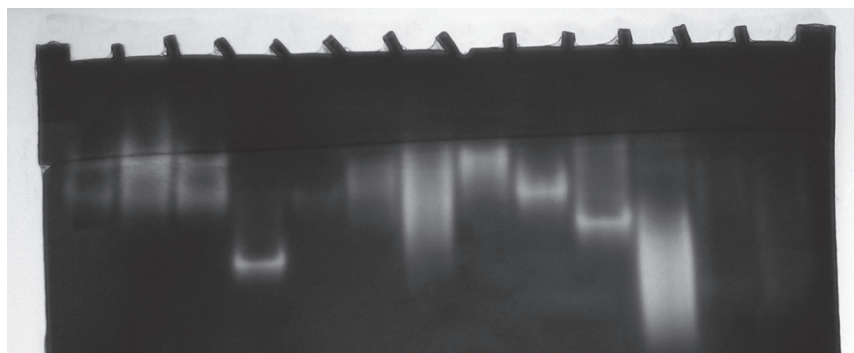
jedt Fe-porfirin tartalmú enzim a növényi szövetekben. A sejtek kataláz tartalma elsősorban a peroxiszómaiban és glioxiszómaiban lokalizált, a kloroplasztisz nem tartalmaz katalázt. A kataláz funkciója a mérgező hidrogén-peroxid bontása. A növényben hidrogén-peroxid különböző zsírsavak β -oxidációja során, illet-



5. ábra. A peroxidáz enzim aktivitásának vizsgálata



6. ábra. A peroxidázgél kiértékelése



7. ábra. A hóvirágfajok, kontrollnövények és az őszi vetővirág guiacollal festett katalázgélje

ve a fotoszintézis és egyéb anyagcsere-folyamatok melléktermékeként keletkezhet. A növényi mintákhoz PVP-t (polivinil-pirrolidon) adtunk, amely a fenolokat köti meg. A proteázkivonó puffer hozzáadása után kvarchomokkal és üvegbottal roncsoltuk a kalluszokat, majd 1 percig vortexkeverővel ráztuk, hogy a sejtek felnyíljanak. Ezután folyékony nitrogénben fagyasztottuk le a mintákat, majd 10 percig 12 000-es fordulatszámra centrifugáltuk. A felüliszót tiszta Eppendorf-csövekbe pipettáztuk le. A mintafuttatás so-

rán 7,5% szeparáló gélt alkalmaztunk, TRIS-glicint használva futtató pufferként. A mintafuttatás időtartama 3–4 óra volt, majd egy egyórás inkubálási idő következett. Az enzimek jelenlétét és aktivitását 20 percen keresztül vizsgáltuk.

Eredmények és értékelésük

Kutatásunk során több szövettenyésztett egyedből készítettünk mintát, majd elemeztük a bennük zajló antioxidáns-aktivi-

tást. A peroxidáz és kataláz gélek elemzésénél kontrollnövényként közönséges torma (*Armoracia rusticana*), illetve különböző békalencsefajokat (*Lemna minor*, *Lemna aestivum*, *Lemna vernalis*) használtunk, hiszen ezen növényeknek szakirodalmi adatok alapján magas az enzimaktivitása.

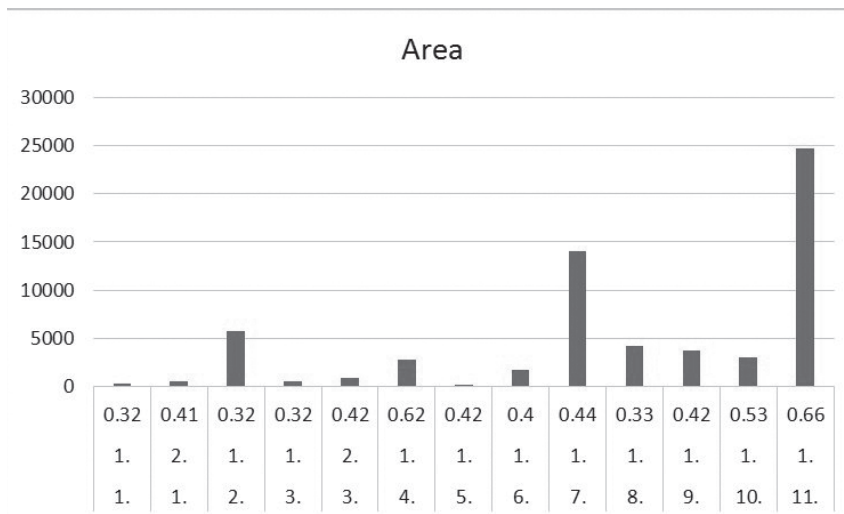
A 3. ábrán az őszi vetővirág és a kontrollnövényként használt közönséges torma pirogallollal festett peroxidázgélje látható. A *Sternbergia lutea* esetében két sávot (a második nem volt kiértékelhető az alacsony enzimaktivitás miatt), az *Armoracia rusticana* esetében egy sávot különítettünk el. A sávokon belül helyezkednek el a „band”-ek, amelyek tartományát CP Atlas (gélképek elemzését végző számítógépes program) segítségével értékeltük ki, az eredményeket négyzetpixel számban megadva. A 4. ábrán ezen gél kiértékelése látható az egyes band-ekre vonatkozóan. A kontrollnövény sávjában igen magas enzimaktivitás mutatkozik, míg az őszi vetővirág esetében ezen enzimaktivitás jóval alacsonyabb. A diagramon az oszlopok magassága, a gélképen a fényintenzitás jelzi az enzimaktivitás mértékét.

Az 5. ábrán a peroxidáz enzim aktivitását vizsgáltuk az őszi vetővirág, kontrollnövény és különböző hóvirágfajokra vonatkozóan. A 6. ábrán a peroxidázgél kiértékelése látható. A kontrollnövény mellett a kikeleti hóvirág sávjában is igen magas enzimaktivitást mutattunk ki, míg a *Sternbergia lutea* esetében a vártnál jóval alacsonyabb az enzimaktivitás.

A peroxidáz enzim vizsgálata után a kataláz enzim jelenlétét és aktivitását vizsgáltuk meg, kontrollnövényként békalencsefajokat használva. A 7. ábrán hóvirágfajok, kontrollnövények és őszi vetővirág guiacollal festett katalázgélje látható. Már a gélkép esetében is szembe-tűnő a békalencsefajok és a kikeleti hóvirág sávjában jelentkező magas enzimaktivitás, amelyet a fényintenzitás jelez. A 8. ábrán az előző gél kiértékelése látható, amelyen magas enzimaktivitás jelentkezett az előzőekben említett fajok esetében. A *Sternbergia lutea* esetében a sáv nem volt kiértékelhető, a minta igen alacsony aktivitást mutatott.

A szövettenyésztés eljárásának segítségével veszélyeztetett növényeket is sikeresen szaporítottunk. Mindkét faj esetében sikerült tömeges szaporításra alkalmas szövettenyészeteket előállítani. Előzetes eredményeink a hóvirágtenyészetek magas enzimaktivitását mutatták ki, míg az őszi vetővirág esetében egy, a hóvirághoz képest alacsonyabb enzimaktivitás figyelhető meg. A peroxidáz és kataláz géleket CP Atlas segítségével értékeltük ki.

A géلكiértékelések alapján megállapítottuk, hogy a hóvirág és vetővirág szövettenyészteteinek is van enzimaktivitás.



8. ábra. A gél kiértékelése

tioxidáns-aktivitásuk, tehát a tenyésztett példányokból is sikeresen kinyerhetőek a hasznos anyagcseretermékek és a gyógyászatban is használt hatóanyagok. Ezáltal a védett növényekből is kinyerhetőek a számunkra fontos anyagok anélkül, hogy a növényállományt veszélyeztetnénk.

Az őszi vetővirág esetében a magasabb enzimaktivitást a táptalaj összetételének (hormonkoncentrációjának) változtatásával, valamint a környezeti tényezők stabilitásának módosításával lehetne elérni. Az alacsony enzimaktivitás azt jelenti, hogy a hidrogénperoxid bontása ezen tenyészeteknek nem megfelelő, vagy nagyon alacsony.

Fontos volt tehát a növényi szövetekben a peroxidáz, valamint kataláz enzim vizsgálata, hiszen ha a mesterségesen, laboratóriumi körülmények között szaporított egyedek termelik az általunk vizsgált enzimeket, akkor ezen növények képesek a megnövekedett fenoxi szabadgyököket hatástalanítani és a számunkra fontos hatóanyagokat, alkaloidokat, antioxiidánsokat termelni. Magas antioxiidáns-kapacitás esetén a növények alkalmasak arra, hogy a szabadba kiültetve

ellenálljanak a környezet, valamint az időjárás (csapadék, hőmérséklet, napsugárzás, légmozgás) hatásainak. A szá-



A szerző kísérletezés közben

badban nevelt növények fenntartása jóval könnyebb és költséghatékonyabb, hiszen nem kell az állandó steril környezet fenntartani számukra.

A természet számtalan kincset rejt, s valamennyi betegségre a gyógyírt ott találjuk. A növények megannyi értékes anyagot termelnek az ember számá-

ra, ezek segíthetnek az immunrendszer erősségének fenntartásában, az egészségre káros hatások leküzdésében és a jó közérzet megőrzésében. Ezen kincseket rejtő élőlények száma azonban nagymértékben csökken az emberi beavatkozás és klímaváltozás következtében. Nagy előrelépést jelentene, ha a jövőben a növények szaporítása mesterséges körülmények között megvalósulhatna, és a hatóanyagnyerés ezen egyedekből történhetne. A szövettenyésztési módszer által a vadon élő állományok mérete növekedhet, a gyógyszeripar pedig a mesterséges körülmények között felnevelt egyedek hatóanyagát hasznosíthatja, mellőzve a védett fajok populációinak felhasználását. Nyitott szemmel járva, mi is felfedezhetjük a természet csodáit, és a mai technológiát használva lépést tehetünk a ma még gyógyíthatatlan betegségek kezelése felé. ☞

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

Irodalom

- [1] Arslan N, Gürbüz B, Gümüşcü A, Özcan S, Mirici S & Khawar KM (2002): Cultivation of *Sternbergia fischeriana* (Herbert) Rupr. and a study on its morphological characteristics, *Pakistan J. Bot.* 34: 411–418
- [2] Heinrich, M. (2004): Snowdrops: The heralds of spring and a modern drug for Alzheimer's disease, *Pharmaceutical Journal* 273 (7330): 905–906.
- [3] Bowler C. - Gilmartin P.M. (szerk.) (2002): *Molecular Plant Biotechnology* Vol. 1-2. Molecular Plant Biology, Oxford University Press, Oxford, p. 62-67.
- [4] Howell S. H. (1982): Plant molecular vehicles: Potential vectors for introducing foreign DNS into plants, *Ann. Rev. Plan. Physiol.*, p. 609-650.
- [5] Heiger, D. N. (1992): High Performance Capillary Electrophoresis, *Hewlett-Packard GmbH, Waldbronn*, p.13-15.
- [6] Landers, J. P. (2008): *Handbook of Capillary and Microchip Electrophoresis and Associated Microtechniques*, CRC Press, p. 60-68.
- [7] Westermeier, R. (2005): *Electrophoresis in Practice*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim, p. 45-59.
- [8] Láng F. (2002): *Növényélettan: a növényi anyagcsere*, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, p. 38-57.
- [9] Barna B., Adam A. L., Kiraly Z. (1997): Increased levels of cytokinin induce tolerance to necrotic diseases and various oxidative stress-causing agents in plants *Phyton-Annales Rei Botanicae* 37 (3): 25-29

A TIT 46. Kalmár László Matematika Versenyének döntője 2017. május 19–20.

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat tevékenységének fontos területe a tehetséggondozás. A TIT szervezésében alakult meg a múlt század hatvanas éveinek második felében a Kis Matematikusok Baráti Köre, rövidesen pedig a Társulat szervezésében matematikaversenyek indultak az 5–6. osztályos diákoknak. Később ez kibővült a 7–8., majd a 3–4. osztályosok versenyeivel. Az általános iskolások matematikaversenyét Kalmár László neves matematikusról, tudóstánárról nevezték el.

Az idei, 46. Kalmár László Matematika Verseny döntőjét május 19–20-án rendezte meg a TIT a budapesti Szent István Gimnáziumban. A döntő eredménylistáját, a 3–8. osztályosok versenye díjazott diákjainak, valamint felkészítő tanárainak nevét az alábbi táblázatunkban olvashatják.

A díjátadó ünnepséget megtisztelte jelenlétével Háromi József akadémikus, a TIT elnöke. A Dr. Urbán János-különdíjat és a Dr. Reiman István-különdíjat Dr. Urbán Jánosné adta át.

A Kalmár-versenyen második ízben vettek részt határainkon túli magyar diákok Szlovákiából, Romániából és Szerbiából.

A TIT Kalmár László Matematika Verseny megyei és az országos fordulónak feladatait készítették:

– 3–4. osztályosoknak: Pintér Klára,
– 5–8. osztályosoknak: Damásdi Gábor, Jakucs Erika, Juhász Péter, Steller Gábor.

A TIT Kalmár László Matematika Versenyt, az NTP-TV-16-0077. sz. projektet az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatta.

A feladatmegoldók



A tanárok ismertetik a jó megoldásokat a versenyzőkkel és szüleikkel



A versenybizottság javít



Díjátadás



Konrád Péterné, a TIT gazdasági igazgatója szolt a versenyzőkhöz

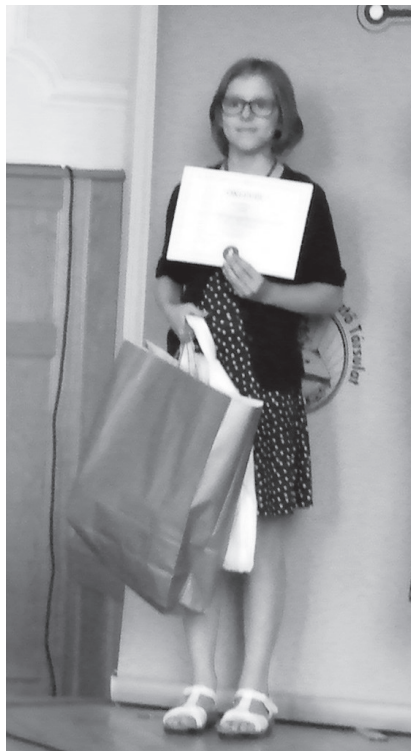


Hámori József akadémikus, a TIT elnöke gratulál a nyerteseknek



Urbán Jánosné adta át a Reiman István-különdíjat

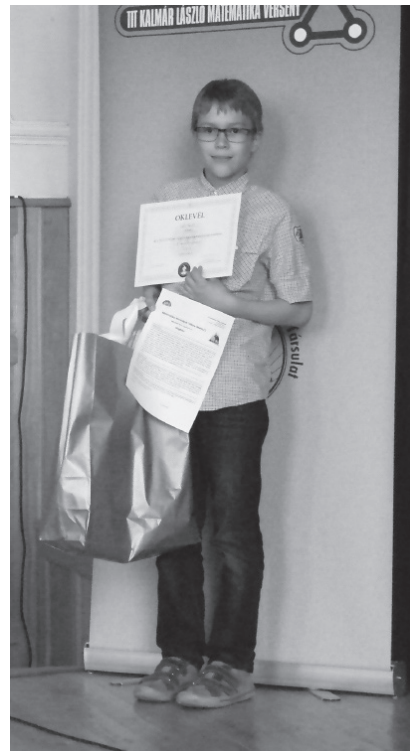
I. helyezettek



Veres Dorottya



Szögi Erik



Somlói Sámuel



Móricz Benjámín



Farkas Izabella



Gyetvai Miklós

Határon túli különdíjasok



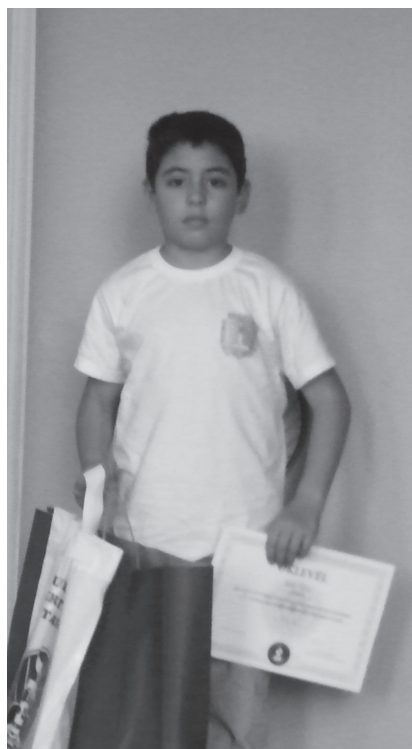
Sohajda Szabolcs



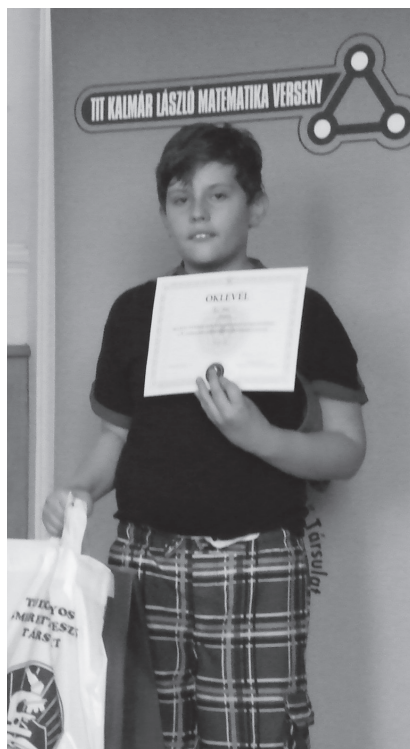
Kovács Alex



Csaplár Viktor



Bántó Tamás



Kiss Máté

Matematikatanárok figyelmébe ajánljuk!

A Kalmár László matematikaversenyekre
való felkészüléshez



a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
megjelentette

A *Kalmár-verseny feladatai (2006–2012)*
című Természet Világa különszámot,

valamint



A *Kalmár László Matematikaverseny
módszertani kiadványa*

című kötetet.

A feladatgyűjtemények hozzáférhetők a
Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál

(1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.,
327–8950; titlap@telc.hu)

TIT Kalmár László Matematika Verseny döntő eredményei 2017. május 19–20.

osztály	helyezés	név	felkészítő tanár	iskola
3. OSZTÁLY	1	Veres Dorottya	Oros Márta, Szokolczai Katalin	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
	2	Bors Ádám	Horváthné Berta Éva	Veszprémi Kossuth Lajos Általános Iskola
	3	Szabó Máté Szabolcs	Diószegi Leopoldina	Eötvös Loránd Általános Iskola, Balatonfüred
Határon túli különdíjas:		Bántó Tamás	Szabó Zsófia	Kós Károly Általános Iskola, Gyergyószentmiklós, Románia
4. OSZTÁLY	1	Szögi Erik	Kömüves Mihály	Szegedi Madách Imre Magyar – Angol Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola
	2	Szarka Regő	Bonczek Beatrix	Barcsi Általános Iskola Deák Ferenc Tagiskolája
	3	Sándor Péter Barnabás	Róka Judit	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely
Határon túli különdíjas:		Kiss Máté	Berta István	Alapiskola, Királyhelmece, Szlovákia
5. OSZTÁLY	1	Somlói Sámuel	Koi Julianna	Kiss Árpád Általános Iskola, Balassagyarmat
	2	Bogár-Szabó Mihály	Varga József, Brenyó Mihályné	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét
	3	Piukovics Katalin	Dr. Csóka Géza	Kölcsey Ferenc Általános Iskola, Győr
Határon túli különdíjas:		Zázrovity Zsolt	Gombár Róbert	Szonya Marinkovity Általános Iskola, Nagybecskerek, Szerbia
6. OSZTÁLY	1	Móricz Benjámín	Rubóczky György	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
	2	Morvai Levente	Horváth Brigitta	Veszprémi Kossuth Lajos Általános Iskola
	3	Melján Dávid	Aszódiné Pálfi Edit	Belvárosi Zrínyi Ilona Általános Iskola, Kecskemét
Határon túli különdíjas:		Sohajda Szabolcs	Kiss Olívia	Gimnázium, Királyhelmece, Szlovákia
7. OSZTÁLY	1	Farkas Izabella	Hegyi Györgyné	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest
	2	Török Ágoston	Varga József és Csordás Mihály	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét
	3	Bán-Szabó Áron	Gyenes Zoltán, Hujter Bálint	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
Határon túli különdíjas:		Kovács Alex	Kovács Anita	Petőfi Brigád Általános Iskola, Kúla, Szerbia
8. OSZTÁLY	1	Gyetvai Miklós	Rubóczky György	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
	2	Csaplár Viktor	Horváth Fél Szilvia, Horváth Katalin, Pósa Lajos	Selye János Gimnázium, Rév-Komárom, Szlovákia
	3	Hámori Janka Franciska	Tigyí István	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium
Határon túli különdíjas:		Csaplár Viktor	Horváth Fél Szilvia, Horváth Katalin, Pósa Lajos	Selye János Gimnázium, Rév-Komárom, Szlovákia
Dr. Urbán János-küldöndj a legszebb nem geometriai megoldásért		Schubert Bálint (5. osztály)	Lovas Zoltán	PTE Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Szakgimnázium Deák Ferenc Gimnáziuma és Általános Iskolája, Pécs
Dr. Reiman István-küldöndj a legszebb geometriai megoldásért		Hervay Bence (8. osztály)	Rubóczky György és Pósa Lajos	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

A XXVII. Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása és verseny szabályzata

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

A Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat diák-cikkpályázatán indulhat bármely középfokú iskolában 2017-ben tanuló vagy végző diák, hátaíróinkon belülről és túlról.

A pályázat kétfordulós.

Első forduló:

Az előválogató színhelye a diákcikk-pályázatokat benyújtó iskola. Időpontja: 2017. október 25.

Második forduló:

A döntőbe került pályázatok zsűrizésének színhelye a Természet Világa folyóirat szerkesztősége. Időpontja: 2018. február 15-ig.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt), tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három kinyomtatott példányban kérjük. 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 pontos címét irányítószámmal együtt és felkészítő tanára nevét és elérhetőségét. A helyi (iskolai) fordulón továbbjutó dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2017. október 31.** A pályázat beadható személyesen (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

A PÁLYÁZAT FELTÉTELEI

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, sziveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni ta-

nítványaiknak. 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. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

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

Díjazás:

1 db I. díj

2 db II. díj

3 db III. díj.

A díjazottak értékes jutalomban részesülnek.

A zsűri döntésével több, arra érdemes írásra különdíj is kiadható.

A pályázat díjait 2018 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban és honlapunkon közzé tesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2018-ban lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a témák kidolgozásához és feldolgozásához.

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

1. Az iskolájához 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). Évfordulós pályázatunkra szívesen várunk dolgozatokat a 2017. év neves évfordulós személyiségeiről is.

2. A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

3. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek 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.).

Díjazás:

1 db I. díj

2 db II. díj

3 db III. díj.

A díjazottak értékes jutalomban részesülnek.

A zsűri döntésével több, arra érdemes írásra különdíj is kiadható.

Önálló kutatások, elméleti összefoglalók

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatását értjük. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.

Az elméleti összefoglalóknak is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, bemutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket a származás pontos megjelölésével forrásként használják fel, és ott kerüljék el a saját alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első nyilvános megmérettetési lehetőségének.

Ebben a kategóriában *biofizikai-biokibernetikai* témájú dolgozatok különdíjban részesülhetnek, ezzel *Varjú Dezső* (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora, folyóiratunk segítője emlékét ápoljuk.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2017-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. Olyan pályamunkákat várunk elsősorban, amelyek egy természettudományos eredmény és valamilyen művészi alkotás vagy humán tudományos eszme közti kapcsolatot tárják fel. Megmutatkozhatnak ezek akár egy alkotó életében, akár egy gondolat kialakulásában.

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, szobrászat–statika, zene–matematika, építészet–fizika, kémia, biológia stb.).
3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan, már nem élő ember életének és munkásságának bemutatása, akinek tevékenységében, illetve műveiben megvalósult a kultúra egysége. Érdeemes külön figyelmet fordítani a természettudományok történetének kutatóira, valamint azokra, akik születésének vagy elhunytának centenáriumáról is megemlékezhetünk az adott évben.

A három ajánlott kérdéskörön túl a fiatalok természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak. 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, II. díj, III. díj, valamint a zsűri döntésével több, arra érdemes írásnak különdíj is kiadható.

Matematikai különdíj

A különdíjra 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 dolgozatot, 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, versenyen, olvasmányaimban, előadásban stb.).

A leírtak 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.

Martin Gardner (1914–2010) amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi ez a különdíj.

Díjazás: I. díj, II. díj, III. díj.

Ebben a kategóriában különdíjban részesülhetnek azok a dolgozatok, melyek arra mutatnak rá, hogy a természettudományok területén milyen segítséget

nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. Ebben a különdíjban a diákpályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak. A különdíj *Nicholas Metropolis* (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus, folyóiratunk segítőjének emlékét őrzi.

Orvostudományi különdíj

Az orvostudomány témakörében a következő irányelvek alapján lehet pályázni.

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, amelyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült bűvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

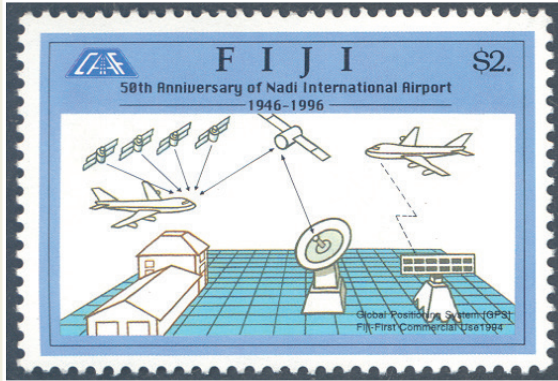
3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

4. Semmelweis születésének 200. évfordulója alkalmából a *Semmelweis Egyetem* különdíjakat ad át Semmelweis életével, tudományos munkásságával, tanainak elfogadottá válásával, előzményeivel és következményeivel foglalkozó, egyéni megközelítésű és általános érdeklődésre számot tartó következtetéseket tartalmazó tanulmány készítőinek. Előnyben részesülnek azok a pályázatok, melyek az ismert életrajzi adatok összefoglalásán túl saját gondolatokat, következtetéseket tartalmaznak jól fellépített és szerkesztett olvasmányos mű formájában. Semmelweis életének és kutatásainak vizsgálatán túl pályázni lehet Semmelweis munkásságát megelőző, vagy követő, de annak szerves részét képező tudományos, társadalmi, pszichológiai stb. kérdéseket analizáló művel is.

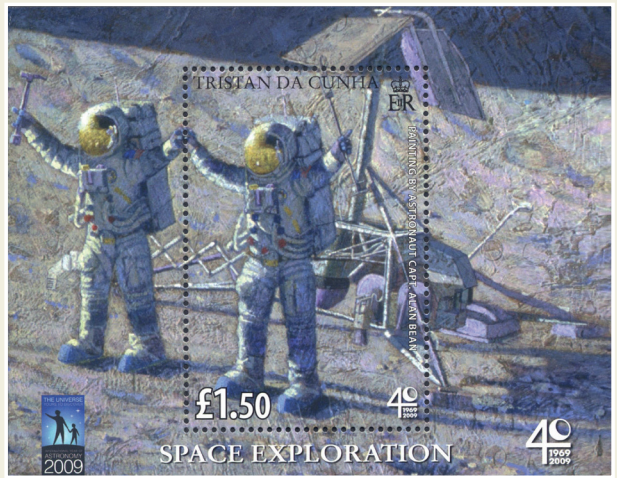
Díjazás: I. díj, II. díj, III. díj, valamint a zsűri döntésével több, arra érdemes írásnak különdíj is kiadható.

A Természet–Tudomány Diákpályázat pályázat kiírását a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvashatók a folyóirat honlapján is.

Űrfotók a bélyegen



Az első GPS-bélyeg: 50 éves a nadi repülőtér (1996 – Fidzsi-szigetek)



Az Apollo-12 űrhajósi és a Surveyor-3 (2009 – Tristan da Cunha)



Az asztrofizika és az űrfotózás első filatéliai megjelenésével egy éppen háromnegyed százada kiadott hatcímletes mexikói sorozaton találkozhatunk: az Orion-béli Lófej-köd, egy teljes napfogyatkozás, spirálgalaxis a Vadászek csillagképben (M51), a Sombrero-galaxis (M104) oldalnézetből, a Lyra-gyűrűsköd (M57), valamint a Hertzsprung–Russell-diagram látható a címleteken (1942 – Mexikó, Asztrofizikai sor)



Az utóbbi időben számos látványos, színes asztrofotós címlet került forgalomba (2011 – Németország, Plejádok és Lófej-köd; 1992 – Ausztrália, NGC 2997 – spirálgalaxis; 2000 – Egyesült Államok, Tojás-köd)



A Föld egyes tájairól űrfotók is készülnek, ezek között igen mutatósak is akadnak bélyegen. Például a trópusi szigetvilágot most már nem csak a földi paradicsomot megjelenítő arcáról ismerhetjük (1992 – Francia Polinézia, Tahiti és Bora Bora)

Planetáriumok világszerte

A világ jelenlegi legnagyobb planetáriumi vetítőtermével rendelkező nagójai „Brother Earth Planetárium” gigantikus gömbje. Mellette mindkét oldalon az épületet kívülről burkoló élő „csillagkert” fala látható



Planetárium a hegycsúcson: A Pic du Midi csillagvizsgáló régebbi, ma már használaton kívüli kupolája alatt alakították ki a vendégváró planetáriumot



A valenciai planetárium különleges épülete a hossz tengely irányából



A chicagói Adler Planetárium lebilincselő épülete (tervezte Ernest Grunsfeld, 1930-ban)



A vancouveri (Kanada) MacMillan Space Center épülete

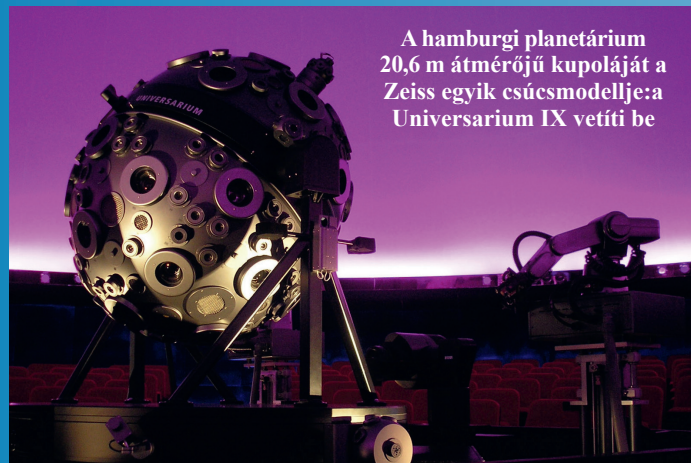
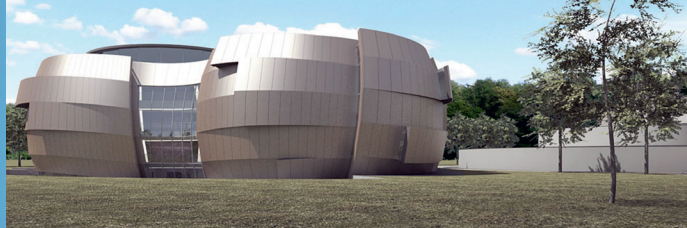


A valenciai (Spanyolország) l'Hemisféric planetárium éjszakai képe – egy fantasztikus szem...

A San Franciscó-i (USA) Morrison Planetárium zöldtetős épületegyüttese



Az egyik legújabb európai planetárium-csoda: az ESO garchingi (Németország). Működését 2018 tavaszán kezdi meg



A hamburgi planetárium 20,6 m átmérőjű kupoláját a Zeiss egyik csúcsmodellje: a Universarium IX vetíti be

(Az NKA 2011/3/255 sz. pályázat támogatásával.)

nka

Nemzeti Kulturális Alap

