

# XXVI. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

## Ikerkutatás – belevágjak?

IMRE NOÉMI

Széchenyi István Gimnázium és Kollégium, Dunaújváros

**E**lső élményem: sötét, szűk helyre vagyok bezárva, és valaki nagyon nyomja az oldalamat. Igen, van egy iker-testvérem! Az ikrekben a legtöbben a hasonlóságot látják, mi azonban a különbségeket. Mivel mi kétpetéjűek vagyunk, ráadásul eltérő neműek, ezért a különbözőségek a kívülállók számára is szembeötönnék, amik az évek múlásával egyre csak erősödnek. Örömmel tölt el, hogy van egy velem egyidős testvérem, így sosem vagyok egyedül, egyszerre élünk meg dolgokat. Ezért mindig is érdekelték az ikrekkel kapcsolatos érdekes történetek, meglepő tények. Úgy döntöttem, az ikerkutatást választom pályázatom témájaként, ugyanis el szeretném mélyíteni ismereteimet ebben az izgalmas témában. Egyik kérdés után jön a másik...

### Ikrek – mint két tojás?

Ikerterhességen egynél több magzatos terhességet értünk, ennél azonban bonyolultabb a helyzet. Léteznek egypetéjű, kétpetéjű ikrek, kettes, illetve többes ikrek, továbbá ezek kombinációi. Magyarországon minden 100. szülés végződik ikerszüléssel. <sup>[1]</sup> Az összes többes szülés 99%-a kettes szülés. <sup>[2]</sup>

Az egypetéjű ikreket sokszor még sem lehet különböztetni egymástól, annyira hasonlóak mind külső fizikai adottságokban, mind személyiségjegyekben. Azonban a kétpetéjű ikrek csupán annyira hasonlítanak egymásra, mint két testvér. Az ikrek között az egypetéjű és a kétpetéjű ikrek aránya 1/3:2/3, vagyis kétszer olyan gyakran fordulnak elő a kétpetéjűek. <sup>[4]</sup>

Az egypetéjű ikrek létrejöttékor szokásos fogamzásról beszélünk, ugyanis egy ondósejt termékenyít meg egy petesejtet. Ez esetben a megtermékenyítést követően a magzatkezdemény valamilyen hatásra kettéhasad, így az ikrek a méhben különböző helyre ágyazódnak be, szétválásuk idejétől függően. Így kialakulhat a magzatok között egy, de akár kettő lepény is.

A kétpetéjű ikreknél két ondósejt termékenyít meg két petesejtet, s ezek egymástól teljesen elkülönülve ágyazódnak a méhbe. Tulajdonképpen két, egy időben született testvéréről van szó.

Az egy- és kétpetéjű ikrek gyakoriságát vizsgálva több érdekes összefüggést figyeltek meg a kutatók: összefüggés az anya életkorával, a szülések számával, az egyes rasszokhoz való tartozással, sőt még az ikerszületések havi eloszlása is jellemző lehet.

### Az ikerkutatás története és jelentősége

A XIX. század végén a genetika és pszichológia szakembereit ugyanazon kérdés foglalkoztatta: mit és hogyan örökölhetünk? Nagy nehézséget okozott annak a vitának az elöntése, hogy az egyes emberi tulajdonságokat az örökletesség határozza meg, vagy a környezeti hatások alakítják? Ennek megfelelően két szélsőséges irányzat alakult ki. A deterministák a



### Ketten az anyaméhben

genetikai tényezőknek tulajdonítottak nagyobb jelentőséget. Úgy gondolták, hogy a fogantatás pillanatában génjeink már meghatározzák sorsunkat, a környezeti hatások nem befolyásolják azt. Ezzel szemben az indeterministák úgy vélték, hogy az örökletesség nem számít, a környezet és a neveltetés a meghatározó.

Francis Galton volt az első, aki felismerte, hogy az egypetéjű és a kétpetéjű ikrek tanulmányozása és összehasonlítása adhatja meg a választ az említett kérdésre. Már 1875-ben megfogalmazta az ikerkutatások jelentőségét. A probléma egyrészt orvosi természetű (örökletes betegségek), másrészt pszichológiai (emberi jellemvonások).

### Ikervizsgálatok típusai

Az ikervizsgálatokat három fő csoportba sorolhatjuk az alábbiak szerint: egy- és kétpetéjű ikrek összehasonlítása, egypetéjűek vizsgálata, születésüktől külön ne-

1 Adatok: dr. Météki Júlia (2005) Ikrek könyve. A fogamzástól a felnőttkorig. II. átdolgozott, bővített kiadás. Budapest: Melánia Kiadó.

2 Adatok: Dr. Czeizel Endre: A gének titkai (2007) Föt: Szig-Tim Kiadó.

velt egyetétjű ikrek tanulmányozása.

Az egy- és kétetétjű ikrek összehasonlítását (klasszikus ikervizsgálat) elsősorban az egyes örökletes betegségek vizsgálatára irányuló orvosgenetikai kutatásokban használják. Az egyetétjű ikrek génállománya 100%-ban azonos, a kétetétjűeknél ez az érték 50%. Mivel mindkét típusnál azonosak a születés előtti és utáni körülmények, az esetleges eltérések oka genetikai különbözőségben keresendő. Ebben a típusú vizsgálatban fontos az ikertípus pontos ismerete. Az egyes betegségek előfordulásának gyakorisága az egyik vagy másik ikertípus esetében az örökletesség tényezőjére utal. Például: „A rosszindulatú daganatos betegségek többségében a veleszületett hajlam, mint kiváltó ok 15% alatti.”<sup>[3]</sup>

Az egyetétjű ikrek vizsgálata esetében torzíthatja az eredményeket, hogy az ikrek hasonlóságát a család és a társadalom jobban hangsúlyozza (eltúlozza), mint a kétetétjűeknél.

A születésüktől fogva külön nevelkedő egyetétjű ikrek vizsgálata alkalmas leginkább a genetikai adottságok tanulmányozására. Ebben az esetben a különbségek az ikreket érő eltérő külső hatásokra vezethetők vissza. Ritkaságát tekintve ez a vizsgálati módszer a legnehezebben megvalósítható kutatási fajta mindközül, ugyanakkor ezek szolgáltatják a laikusok számára a legerdekesebb történetek.

### Ikerkutatások Magyarországon

Hazánkban először az 1930-as években végeztek ikervizsgálatokat, ami orvosi és pszichológiai vizsgálatot is magában foglalt. Az eredményeket Darányi Gyula „Az ikrek testi és lelki tulajdonságai” című könyvben ismertette. Továbbá 1962-ben Malán Mihály „Ikrek és ikerkutatás” címmel jelentetett meg egy kisebb kötetet. Ez követően szervezett ikerkutatás dr. Czeizel Endre vezetésével kezdődött meg, ami kezdetben a fejlődési rendellenességek és az ikerség összefüggésének tanulmányozása volt. Az örökletes betegségek mellett különböző korú ikergyermek megfigyelésével tehetségvizsgálatot is végeztek.

Az ELTE Összehasonlító Élettani Intézetének kutatói dr. Láng Eszter irányításával újszerű felfedezéseket tettek. A szív-működés idegi szabályozását vizsgálták stresszhelyzetben, és arra a következtetésre jutottak, hogy a szív-működésben szerepet játszó gátló (paraszimpatikus) idegi hatások az egyetétjű ikrek két tagjában annyira hasonlóan bizonyultak,

mint ugyanannál a személynél két különböző vizsgálati időpontban. A kétetétjű ikrek azonban eltérően reagáltak a stresszhelyzetre. A tapasztalt különbség olyan nagyfokú, hogy ez alapján a vizsgálat alapján 98%-os biztonsággal megállapítható, hogy az ikerpár egyetétjű, vagy kétetétjű.

1970. január 1-jén jött létre a Budapesti Ikernyilvántartás, és az ehhez kapcsolódó ikergondozás. Az ikernyilvántartás egyik célja a komplex vizsgálatok (belgyógyászati, antropológiai, fogorvosi, kardiológiai, stb.) adatainak tudományos hasznosítása.



Ikertestvéremmel 7 éves korunkban

Sajnos az ezredfordulóra a Budapesti Ikernyilvántartás anyagi felzetel hiánya miatt megszűnt.

### Legújabb kutatások

Napjainkban dr. Tárnoki Ádám Domokos és dr. Tárnoki Dávid László ikerkutatók teszik közismertté és izgalmassá ezt a kutatási területet. Az orvosi végzettségű Tárnoki fivéreknek köszönhetően kapott újabb lendületet a hazai ikerkutatás. 2009 és 2011 között egy olyan nagyszabású, nemzetközi vizsgálatot végeztek, amelyben 400 ikerpárt vizsgáltak meg orvosi szempontok alapján. Eredményeik folyamatosan nyomon követhetők, ugyanis mind hazai, mind nemzetközi fórumokon rendszeresen publikálják őket (például: National Center for Biotechnology Information).

A vizsgálatok alkalmával körülbelül 20–30 féle különböző vizsgálatot végeztek el, ami személyenként nagyjából 2000 adatot jelent. Mérték például az artériás életkort, a nyaki ütőér falvastagságát, a légzésfunkciót, végeztek szemésze-

ti és érrugalmassági vizsgálatot. Sor került pszichológiai tesztek kitöltésére is, de még az étrendjüköt is vizsgálták. A vizsgálatok eredményeképpen több tényező örökletességét is megállapították, másokét pedig kizárták. Például az érlemeszesedés (a nyaki ütőér-plakkok) kialakulása 70%-ban örökletes, ezért ezen a területen kifejezetten ajánlott a veszélyeztetett csoportokban a szűrővizsgálatok elvégzése. A magas koleszterinszinttel és más kockázattal járó zsírmájjal kapcsolatban kimutatták, hogy a genetikának egyáltalán nincs szerepe, tehát a megelőzésnek van

elsődleges szerepe. Ugyanakkor a tesztszír-százalék 70–80%-ban örökletes tényező.

„A közelmúltban az Orvosi Hetilap Markusovszky Lajos-díjával tüntették ki azt a dr. Jermendy György által vezetett kutatócsoportot, amelyben dr. Méteki Júlia és a Tárnoki-testvérek is dolgoznak. A díjazott publikáció a metabolikus szindróma összetevőinek örökletességével foglalkozik az ikervizsgálatok eredményeinek tükrében.”<sup>[4]</sup>

### Ikerregiszter

A Magyar Ikerregiszter a Tárnoki testvérek, valamint a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinika közreműködésével jött létre. Az alapító tagokhoz tartozik továbbá dr. Méteki Júlia biológus, aki számos iker témájú könyvet írt, a nemrég elhunyt dr. Czeizel Endre, valamint dr. Littvay Levente statisztikus

3 Forrás: dr. Méteki Júlia (2005) Ikrek könyve. A fogamzástól a felnőttkorig. II. átdolgozott, bővített kiadás. Budapest: Melánia Kiadó. 461. oldal

4 Forrás: <http://semmelweis.hu/mediasorok/2012/07/19/orokletes-vagy-sem-a-betegsegek-kialakulasanak-okait-is-megmutatjak-az-ikervizsgalatok/>

is. A regiszter célja a Magyarországon élő ikrek nyilvántartása, és egy adatbázis létrehozása a későbbi genetikai vizsgálatokhoz.

Az Ikerregiszterbe a jelentkezés önkéntes alapon történik, a jelentkezők tájékoztatást kapnak az aktuális kutatásokról, és eldönthetik, hogy részt kívánna-e venni benne. A kor követelményeinek megfelelően az Ikerregiszter saját Facebook oldalát is létrehozott, ahol a hazai valamint a külföldi kutatásokról és eseményekről egyaránt tájékozódhatnak az érdeklődők. A sikeres kutatások érdekében elengedhetetlen, hogy minél nagyobb számú alanya legyen az egyes kutatásoknak. Az ikerkutatások olyan általános problémákat vizsgálnak, melyek megismerése és megoldása az emberek széles rétegének javára válhat.

Az Ikerregiszter honlapján fellelhető korábbi vizsgálatok: Bajcsy-Zsilinszky Kórház ikervizsgálat (2009), frontérenyesség ikervizsgálat (2007), nemzetközi ikervizsgálat (2009-2011), továbbá bőrgyógyászati ikerkutatás, valamint szemészeti ikervizsgálat.

Jelenleg zajló vizsgálatok: alvás és agyi ikervizsgálat (2014-), szív-érrendszeri vizsgálat (2013-), írásanalitikai ikervizsgálat, társadalmi nézetek ikervizsgálat (online), továbbá dohányzási szokások ikervizsgálat (online), valamint tüdőbetegségekkel kapcsolatos ikervizsgálat (helyszíni).<sup>[5]</sup>

### Az orvostudományon túl

Az eddig ismertetett ikerkutatások elsősorban genetikai és orvosi jellegűek. Egyes kutatók szerint ezek a vizsgálatok eszközként „használják fel” az ikerpárokat az orvostudományi hipotézisek igazolására. Vannak azonban olyan kutatások, amelyek társadalmi és szociológiai szempontból végzik az ikervizsgálatokat, ilyenkor a kutatás magukra az ikrekre irányul.

Drjenovszky Zsófia, Hegedűs Rita és Pári András „Az ikerhelyzettel járó pozitívumok és nehézségek” című tanulmánya 2013-ban került publikálásra. A vizsgálat 222 iker és 575 fő ikres szülő megkérdezésén alapszik. A kutatók arra a kérdésre keresték a választ, hogy milyen negatívumai és pozitívumai vannak az ikerlétnek. Vizsgálták az ikrek iskolai előmenetelét, társas kapcsolataikat, és az ikerlét speciális voltából adódó előnyöket, hátrányokat. Az ikrekkel kapcsolatban az egyik legsajátságosabb jelenség a nagyfokú érzelmi biztonságot nyújtó összetartozás érzése. Ez az összetartozás a korai időszakban az ikerpárok előnyére válik, könnyebben boldogulnak az óvodai, iskolai beilleszkedésnél, azonban ugyanez az összetartozás-érzés

felnövekedésben megnehezítheti az elszakadást illetve a párkapcsolatok kialakítását. Érdekes megfigyelés továbbá, hogy az ikrek társas viselkedési modelljében különbség van az egypetéjű és a kétpetéjű ikerpárok között. Az elemzés elsősorban további kutatásokhoz kíván alapot teremteni, de összegzésként megállapította, hogy az ikerlét egyedi, kevesek számára megadatott erőforrás, nem pedig erőforrás-felhígulás.

„Az ikrek pszichoszexuális viselkedését kutatva Météki, Tárnoki Á., Tárnoki D., Littvay és Czeizel (2011) figyelte meg, hogy az egypetéjű nők között a többi csoportnál magasabb volt a válasi arány.”<sup>[6]</sup>

François Brunelle kanadai fényképész 1968-óta tanulmányozza az emberi arcot. 1999-ben indította el az „I'm not a look-alike!” elnevezésű projektjét, ahol olyan embereket keresett nemre, kora és nemzetiségre való tekintet nélkül, akik meglehetősen hasonlítanak egymásra. A párosokat lefényképezve műveivel nagy nemzetközi sikert aratott. Az ikrek külső-belső személyiségjegyeinek hasonlóságáról sok tanulmány született, ezzel szemben a külsejükben egymásra nagymértékben hasonlító idegenek esetében tudományos tanulmány a mai napig nem ismert.

### Saját kutatás: Ikerk a Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium és Kollégiumban

Tárnoki Ádám Domokos és Tárnoki Dávid László ikerkutatásainak eredményeit megismerve kíváncsi voltam, hogy az én iskolámban mi a helyzet az ikrekkel. Czeizel Endre: A gének titka című könyvében említi, hogy Magyarországon minden 100. szülés végződik ikerszüléssel, valamint az összes többes szülés 99%-a kettes szülés. A Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium és Kollégium intézményébe 558 tanuló jár, akik között 7 ikerpárt találunk: 6 kettes, illetve 1 hármas ikerpárt. Az iskolai közösséget tekintve ez az érték eltérő, ugyanis minden 79,7. születés végződött ikerszüléssel. Továbbá az ikerszülések 85,7%-a volt kettes szülés. Szintén Czeizel Endre: A gének titka című könyvében írja le, hogy az ikrek között az egypetéjű és a kétpetéjű ikrek aránya 1/3:2/3, vagyis kétszer olyan gyakran fordulnak elő a kétpetéjűek. Ezt az iskolában másképpen tapasztaltam, ugyanis a szülői nyilatkozatok szerint 1 egypetéjű és 5 kétpetéjű ikerpár jár intézményünkbe. Az arány így 0,5/3:2,5/3, vagyis ötször annyi a kétpetéjű ikerpár.

6 Forrás: [http://socio.hu/uploads/files/2013\\_4/4ikrek.pdf](http://socio.hu/uploads/files/2013_4/4ikrek.pdf) 73. oldal - letöltés: 2016. 10. 14. - 22.03

Az ELTE Összehasonlító Élettani Intézetének kutatói dr. Láng Eszter irányításával a szív működés idegi szabályozását vizsgálták stresszhelyzetben, és arra a következtetésre jutottak, hogy az idegi hatások az egypetéjű ikrek két tagjában annyira hasonlóak, mint ugyanannál a személyennél két különböző vizsgálati időpontban. A kétpetéjű ikrek azonban eltérően reagálnak. Nekem nem volt lehetőségem stresszhelyzetben vizsgálni az ikreket, ezen oknál fogva úgy döntöttem, hogy ébredés után, nyugalmi helyzetben tanulmányozom az ikerpárok vérnyomását és pulzusszámát. Az ELTE-n végzett kutatás azon megállapításával, hogy nagyobb a hasonlóság a szív működés mérhető adataiban az egypetéjű ikrekénél, mint a kétpetéjűek esetében, az én kutatási eredményeim egybeesnek.

### Ikerkutatás – belevágok

A pályázat elkészítése közben számtalan érdekes tanulmányt és cikket kutattam fel és ismertem meg, melyeknek köszönhetően sikerült elmélyítenem tudásomat ezen a téren. Arra az elhatározásra jutottam, hogy amint betöltöm a 18. életévemet, jelentkezem a Magyar Ikerregiszterbe, hogy a vizsgálatokon való részvételemmel maradéktalanul segíthessem a kutatók munkáját céljuk elérésében. Meg szeretném tapasztalni, milyen érzés hozzájárulni egy nagyszabású kutatáshoz segítve ezzel az orvostudományt és így az embereket. Izgatottan várom, hogy vajon az ikerkutatás terén mit hoz még a jövő... ☘

### Irodalom

- dr. Météki Júlia (2005): Ikerk könyve. A fogamzástól a felnőttkorig. II. átdolgozott, bővített kiadás. Budapest: Melánia Kiadó.  
[http://socio.hu/uploads/files/2013\\_4/4ikrek.pdf](http://socio.hu/uploads/files/2013_4/4ikrek.pdf)  
<http://ikrek.hu/>
- dr. Czeizel Endre: A gének titkai (2007) Fót: Szig-Tim Kiadó.  
[http://www.francoisbrunelle.com/web/projet\\_en.html](http://www.francoisbrunelle.com/web/projet_en.html)  
<http://mek.oszk.hu/00500/00545/html/index.htm#2>  
<http://www.mek.oszk.hu/00500/00545/index.phtml>  
[http://socio.hu/uploads/files/2013\\_4/4ikrek.pdf](http://socio.hu/uploads/files/2013_4/4ikrek.pdf)  
[http://www.medicalonline.hu/tudomany/cikk/ikerkutatások\\_a\\_genetikai\\_szabalyozas\\_szerepet\\_vizsgaljak](http://www.medicalonline.hu/tudomany/cikk/ikerkutatások_a_genetikai_szabalyozas_szerepet_vizsgaljak)  
<https://www.elte.hu/content/ikerkutatás.e.7473>  
<http://nyuz.elte.hu/az-ikerkutatás-epigenetikajamennyire-is-hasonlithatunk-egymasra/>  
<http://semmelweis.hu/mediasarok/2012/07/19/orokletes-vagy-sem-a-betegsegek-kialakulasanak-okait-is-megmutatjak-az-ikervizsgalatok/>

5 Forrás: <http://ikrek.hu/kutatasok.html>



# Sic volo, azaz így akarom!

PÉTERFI ORSOLYA

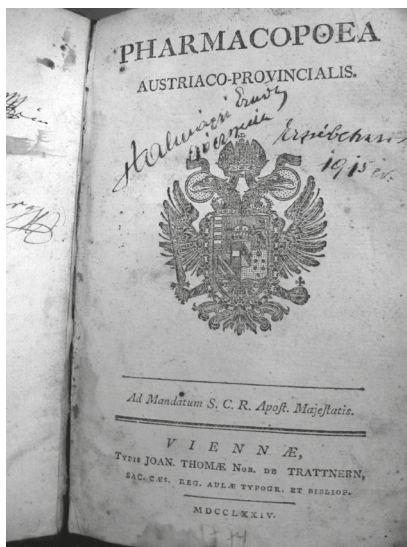
Bolyai Farkas Elméleti Liceum, Marosvásárhely, Románia

Milyen volt a gyógyszerészet, mielőtt a gyógyszergyári termékek átvették volna a saját készítmények helyét a patikák polcain? – merült fel bennem a kérdés egy régi gyógyszerészkönyvet lapozgatva, amelyet nagymamám könyvespolcán találtam. A kérdés nem hagyott nyugodni, s mivel a témával foglalkozó könyvek főleg a történelmi adatokba feledkeznek, eldöntöttem, hogy magam keresem meg a választ.

## Gyógyszerész- és orvosló könyvek a XVIII. és XIX. századból

Kutatásomat a Teleki-tékában kezdtem. Mivel az első marosvásárhelyi gyógyszerertárról, amelyet a szász Schwatz Simon alapított, 1733-ban tesz először említést az Erdélyi Gubernium a város Magisztrátusának címzett felszólításában<sup>1</sup>, elsősorban a XVIII. századi vagy későbbi gyógyszerész- és orvosló könyveket kerestem. Az ekkor hivatalosan használt gyógyszerészkönyv a Bécsi gyógyszerészkönyv<sup>2</sup> volt, ezt követte az 1774-ben megjelent Pharmacopoea Austriaco-Provincialis<sup>3</sup> (1. kép), 1812-től pedig a Pharmacopoea Austriaca<sup>4</sup> lépett érvénybe a Magyar Gyógyszerkönyv megjelenéséig<sup>5</sup>.

Mindhárom osztrák gyógyszerészkönyv latin nyelvű, ez azonban nem jelentette azt, hogy nem voltak jelen magyar nyelvű orvosló könyvek Erdélyben. A legrégebbi, amelyhez sikerült hozzáférnem, a XVIII. századi Gelencei orvosló könyvecske, amelyben 10 székely gazda kézírása fedezhető fel (2. kép). A könyv első bejegyzése 1727-ből való, de az orvoslásról szóló részeket csak 1733-ban kezdték el írni<sup>6</sup>. A Teleki-tékában található az 1785-ben Kolozsváron nyomtatott Házi különös orvosságok (3. kép), „melyek az orvosok nélkül szűkölködő betegeskedőknek vigasztalására következő-képpen a<sup>7</sup> betűk rende szerént külön külön nyomtatások-



1. kép. Pharmacopoea Austriaco-Provincialis első oldala (1774)

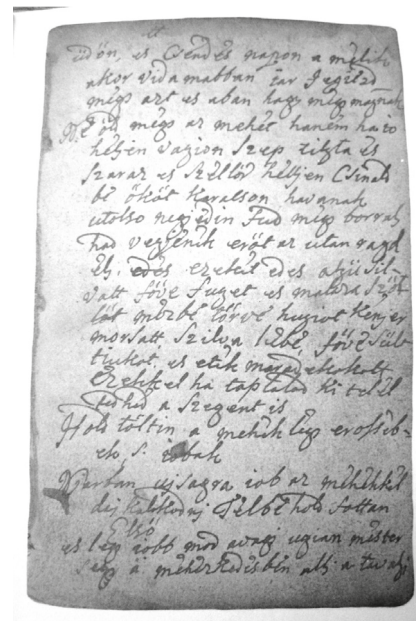
ból és írásokból szedettek egyben”<sup>7</sup>. A családi könyvtárból az 1806-ban Kolozsváron kiadott Mesterséges gyűjtemény<sup>8</sup> került elő, amely a festékek és borok elkészítése mellett gyógymódokat is leír.

Míg a korabeli gyógyszerészkönyvek ásványok, növények, állatok, majd gyógyszerek szerint vannak tagolva, az orvosló könyvek betegségek szerint vannak felosztva, ritkán egy-egy növény gyógyhatását is leírják (gesztenye jósága). Ez az eltérés a könyvek különböző felhasználási módjából adódik, ugyanis a gyógyszerészkönyveket a szakmában jártas patikusok számára, míg az orvosló könyveket elsősorban az egyszerű polgárok-készítették.

A hasonlóság ellenére a három magyar nyelvű könyvecskeben különböző gyógymódok vannak ugyanazon betegségre (súly<sup>9</sup>, kopaszság, hideglelés, hurut, orrvérzés). Míg a Gelencei orvosló könyvecske szerint a бүдös száj ellen barackfalevelet, timsót és mézet kell összekeverni addig a Házi különös orvosságok szerint zsályát, izsópot, útifüvet és szegfűt kell fehér borban megfőzni, majd meginni. Bár nem ugyanazt a gyógymódot javasolja a két könyv, ha „kigyó valakiben

vagyon”, több hasonló alapanyagot használnak: rutát, fokhagymát, ecetet és tejet. A Mesterséges gyűjtemény több megoldással szolgál a tetű ellen, melyek közül egy az ürmet is felhasználja, akárcsak a Házi különös orvosságok. Gyakori összetevő az üröm, útifű, ecet, méz, tej, tojás, zsály, izsóp, bor és az állati ürülék is, tehát könnyen beszerezhető, ház körül is megtalálható anyagok. Nem csak növényi és állati eredetű összetevők jelennek meg, a gyermek ijedsége ellen ugyanis a szentségek viselését javallják.

Az első Magyar Gyógyszerészkönyv különlegessége, hogy magyar nyelvű kémiai szakkifejezéseket is tartalmaz (hangyalvag<sup>10</sup>, mézsenyével<sup>11</sup>, lepárolt víz<sup>12</sup>, szikenybüzeg<sup>13</sup>), illetve minden páros oldal magyar nyelvű, míg minden páratlan latin. Azonban felosztás helyett a le-



2. kép. Egy oldal a Gelencei orvosló könyvecskeből

írt receptek, ásványok, állatok és növények ábécé sorrendben követik egymást akárcsak az orvosló könyvekben a betegségek. Ugyanakkor az is egy lényeges különbség,

1 Orvosi Szemle, 1969., 3. szám – Spielmann József, Szini Lázár C. és dr. Ordán I.

2 Dispensatorium Pharmaceuticum Austriaco-Viennense

3 Osztrák Tartományi Gyógyszerészkönyv

4 Osztrák Gyógyszerészkönyv

5 1871-ben jelent meg, latin neve Pharmacopoea Hungarica

6 „Anno 1733, die 12 Marty Nyavalyákról szóló orvosságok rendszerént, nagyobb részint az füvekből valók.”

7 Juhász Máté, Házi különös orvosságok, 1. oldal

8 Gyarmati Gábor könyve

9 Rosszindulatú daganat, szifilisz vagy skorbut

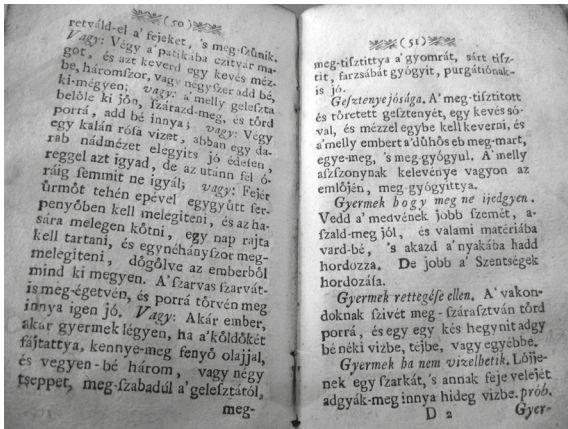
10 Kloroform

11 Kalcium-oxid

12 Desztillált víz

13 Nátrium-bromid





3. kép. Részlet a Házi különös orvosságokból (1785)

hogy az Osztrák Gyógyszerészkönyvvel ellentétben, a receptben szereplő alapanyagok pontos számmértékben vannak megadva, nem csupán felsorolva (4. kép).

### Gyógyszertárak saját készítményei

A gyógyszerkönyvek receptjeit követően, a gyógyszertárak saját készítményei alapján lehet követni a patikákban folyó gyógyszerkészítő munkát. A patikák azon tevékenysége, hogy gyógyszergyárak kész termékeit forgalmazzák, nem képezte kutatásom tárgyát.

Kevés írásos dokumentum maradt fenn a patikák készítményeiről, ugyanis ezeknek az összetételét a gyógyszertárak titokban tartották. Felmerülhet a kérdés, hogyan tudhatjuk meg azt, hogy milyen termékeket készítettek a patikák. Az egyik lehetséges válasz az újsághirdetésekből rejlik, ugyanis az államosítás előtti időszakban több gyógyszertár is így hirdette készítményeit.

Elsősorban a Székely Napló és Székely Szó 1920 és 1949 között megjelent számaiban kutattam termékreklámok után. A legtöbb hirdetés szövegszerű, ezért is kiemelkedő az Elida krém hirdetése, amely nemcsak nagy helyet foglal el az oldalon, hanem a rajz is az igényességet sugallja (5. kép). A leggyakrabban reklámozott termékek a krémek (szeptoré, reumára, fagyásra), nyugtatók és köhögést csillapító cukorkák, de lábizzadásgátló, hajhullást csökkentő hajvíz és viszketegség elleni paszta is található a hirdetések között. Tehát olyan gyógyszereket és kozmetikai cikkeket reklámoztak, amelyek nem igényeltek orvosi felírást.

A kolozsvári Dr. Bíró gyógyszertár, a marosvásárhelyi Kovács Andor „Sas” gyógyszertára (volt Császár-patika) és az Osváth Károly gyógyszertár tette fel a legtöbb hirdetést. Dr. Bíró gyógyszertára reklámozta a legtöbb terméket, ilyen az Orizol<sup>14</sup>,

14 Himlőhely és pattanás eltüntetésére

Kastanin<sup>15</sup>, Havasi gyopár créme<sup>16</sup>, Sirol<sup>17</sup>, Antrasol paszta<sup>18</sup>, Bovinol<sup>19</sup> és az Uranil<sup>20</sup>). Ezzel szemben

Osváth Károly egy terméket hirdetett, de sokkal hosszabb időn keresztül, ez pedig a Tüdőfű cukorka köhögés ellen. Nemcsak a szöveg elrendezése változott, hanem a tartalma is egyszerűbb lett. A későbbi hirdetésekben a termék valódiságával próbálja megfogni a vásárlót („csak a tüdő védjeggel valódi”), akár-

csak a Darmol („kimondotlan eredeti csomagolásban kérje”), Dr. Bíró Havasi gyopár arckréme („Óvakodjon az értéktelen utánzatoktól”) és Kovács Andor Salvator fluidja („Csak sas védjeggel valódi. Sas védjegy nélkül ne fogadja el”) (6. kép).

Kovács Andor termékei között találjuk a Mária krémet<sup>21</sup>, púdert, illetve szappant is, amely anynyira keresett volt, hogy Bukovinába és a Kárpátokon túra is vitték<sup>22</sup>. Az államosítás után pedig gyárilag is készítették, tehát sokáig lehetett még kozmetikai üzletekben kapni (7. kép). Unokája, Söbester Klára gyógyszerésznő még ma is készíti a Crema Babyt a nagyapjáról rámaradt recept szerint.

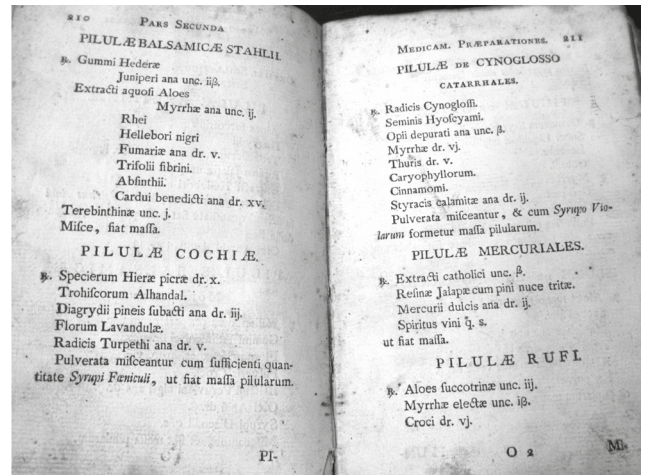
A Sas gyógyszertár különlegessége abban rejlett, hogy a vásárlók nem voltak elválasztva a receptkészítési részletről. Csupán egy fütőtest jelölte a határt a gyógyszertár két része között, így a beteg végignézhette, ahogy a gyógyszerész dolgozik, ami bizalmat keltett a patikus iránt. Ezért is nevezték Erdély egyik legszebb gyógyszertárának egy 1941-es cikkben (8. kép). A polcokon csupán porcelánedények és üvegek voltak. Az alapanyagokat többnyire külföldi gyárakból szerezték be, például Spanyolországból hozták a legfi-

15 Reumára  
16 „Az arcbőr azonnali szépítésére, finomítására”  
17 Köhögés ellen  
18 Viszketegségre és sömörös bőrbajra  
19 Száj és körömfájás elleni szer  
20 Idegesség elleni fenyő-fürdő  
21 Fehérítő hámlasztó arckrém  
22 Péter H. Mária: Az erdélyi gyógyszerészet magyar vonatkozásai

nomabb malagai borokat, amelyekből a vasbort készítették a vérszegénység elleni szirupokhoz.

Saját készítménye a Comprimata nostra<sup>23</sup>, a Nuciferin<sup>24</sup>, illetve Pemsulfol, egy fagyás elleni kenőcs, aminek háborús időkben igen nagy jelentősége volt. Ezekről nem található reklám, ahogy Osváth Károly Aniphtysin nevű saját készítményéről sem, amit csak ő forgalmazott. Ennek az oka az, hogy a gyógyszertáron kívül csak olyan termék volt hirdethető, amely viszonteladói forgalomba került, tehát olyan saját készítményeket, amelyeket más gyógyszertárak nem árultak, a patikus nem reklámozhatt<sup>25</sup> „csak a saját kirakatában.

1949-től nem jelent meg több gyógyszerreklám, ekkor ugyanis államosították a gyógyszertárakat. Marosvásárhely 14 gyógyszertárából<sup>26</sup> 5 kapott engedélyt a működésre, ezeket számokkal látták el és a Centrofarm<sup>27</sup> ellenőrzése alatt működtek tovább.



4. kép. Recept az I. Magyar Gyógyszerészkönyvből

Felkerestem Marton Erzsébetet és Csatlós Máriát, az 1-es számú gyógyszertár nyugalmazott gyógyszerésznőit, akik 1960 és 1988 között dolgoztak a patikában, hogy mesél-

23 Fájdalomcsillapító

24 Nyugtató

25 Gyógyszerészek évkönyve 1941., Kérdések és feleletek a gyógyszerészi gyakorlat köréből, 430. oldal

26 Péter H. Mária három szakaszát különbözteti meg a marosvásárhelyi gyógyszerészetnek a polgári gyógyszertárak alapítási éveit szerinti 1733-tól 1949-ig. 1733 és 1889 között 5 gyógyszertár nyílt, azonban csak 4 érte meg a századfordulót. Az ezt követő időszakban kezdte meg működését a város két drogeriája. 1916 és 1922 között 5-el nőtt a gyógyszertárak száma, 1947 és 1949 között pedig 5 újabb gyógyszertárat létesítettek.

27 Az államosítás követően megalakult Gyógyszerkereskedelmi Vállalat, melynek feladata a megye területén levő gyógyszertárak tevékenységének irányítására és gyógyszerellátásának biztosítására volt



5. kép. Az Elida krém egyik hirdetése

jenek erről az időszakról, főként a gyógyszer-tár saját készítményeiről. A Magyar Autonóm Tartomány<sup>28</sup> idején a '60-as évek vége felé ez a gyógyszer-tár tablettázta a gyógyszereket az egész tartomány jelentősebb gyógyszer-tárainak és a Centrofarmon keresztül forgalmazta. Reggeltől estig ment a tablettázógép és két-három évig ez a gyógyszer-tár látta el az teljes autonóm tartományt. Hogy Marton Erzsébet mondta, „kicsi gyógyszer-gyár volt” a patika.

A hiánykészítményeket is házilag készítették el a szükséges alapanyagokból (Piramidont, Distonocalm pirulát<sup>29</sup>, Acidopeps tablettát).

A gyógyszer-tár egyik legkeresettebb terméke a hajregenerátor<sup>30</sup> volt, amely többek között ólom-acetátot, ként, ammónium-karbonátot, vizet, glicerint és szeszt is tartalmazott. Használat előtt fel kellett rázni, majd vattapamaccsal a hajgyökerekre kenni. Így az ősz haj barnásvörös-szint kapott. A külső szerek közül még fontos a Crema forte, egy higanyos fehérítő és hámlasztó krém, amelyet szeplőkre alkalmaztak. A gyógyszer-tárnak speciális munkavédelmi kenőcse is volt, amelyet a közeli faluban levő bútorgyár megrendelésére készítettek 20–40 kg-os mennyiségben.

28 1953 és 1968 között létesített közigazgatási egység Erdélyben  
29 Altató-nyugtató szer  
30 Regenerator de păr

A patikának volt kétféle köhögés elleni szirupja, amely kakukkfűkivonatot tartalmazott, külön gyerekeknek, illetve felnőtteknek szánt adagban. Ugyancsak meghűlésre volt dr. Horváth Tibornak egy speciális Antigripal tablettája, amelynek a receptjét senkinek sem adták oda. Ősszel készítették még a Gripulmint, amely a gyógyszer-tár speciális kúpja volt meghűlésre. Olyan olajokat tartalmazott, mint az eukaliptusz és a kámför. Horváth gyógyszerész egy másik saját készítménye volt a pikrinsavas hüvelytabletta, amelynek hüvelygomba esetén lokális flórajavító hatása volt.

Dr. Horváth Tibor Németországban is tanult, ahol már alkalmazták a vadgesztenye kivonatát visszérre. Elhatározta, hogy hazajön és kikísérletezi a vadgesztenye hatóanyagának, az eszcinnek a kivonási módszereit és felhasználási módjait. Ősszel a gyógyszer-tár dolgozóinak egy része elment

gesztenyét szedni óriási kosarakkal a temetőbe, parkokba és olyan helyekre, ahol tudták, hogy van gesztenye. Ezt követően megpucolták a gesztenyét, négybe vágták, majd ledarálták. Mivel nem volt a darálás-hoz eszköz a gyógyszer-tárban, egy vendéglő hűsdrálóját kérték kölcsön. A ledarált gesztenyét megfőzték és szeszes kivonatot készítettek belőle. Horváth Tibor doktori dolgozatából kiderül, hogy a mérések során arra a következtetésre jutott, hogy az eszcin legjobb oldószere a 60°-os etanol, ugyanis ekkor az eszcin hozama 0,455 %.<sup>31</sup>

A cukorgyárban volt egy lepárló készülék és ebben párolták le az alkoholt. Így visszamaradt az Extractum Hippocastani siccum<sup>32</sup>, melynek hatóanyag-tartalmát vékonyréteg kromatográfiával és papírkromatográfiával ellenőrizték le. Ezt a vizsgálatot a Maros megyei Gyógyszerellenőrző

31 Dr. Horváth Tibor doktori dolgozata 1970-ből – Studiul unor noi medicamente venotonice din droguri indigene, 10. oldal  
32 Száraz vadgesztenye-kivonat

Laboratóriumban tudták elvégezni. Hemolitikusindex-meghatározást<sup>33</sup> is végeztek birkavéren, az eszcinnek ugyanis is thrombus-oldó<sup>34</sup> hatása van. A végerméket három formában használták fel: Castanil belsőleges készítmény, -kenőcs és -kúp aranyérre és visszérre.

### Magisztrális készítmények

A saját készítmények mellett kiemelkedő szerepe jutott a magisztrális készítményeknek, amelyeket a gyógyszerész készített el az éppen hatályban levő gyógyszerész-könyvvel egyezésként, az orvos előírására. Ez lehetővé tette az egyénre szabott kezelést, gyakorlati szempontból főleg a hiánykészítmények szorultak magisztrális felírásra. Ugyanakkor, ha bizonyos gyári készítmények egyes alkotórészeire nem volt szükség, akkor magisztrálisan kihagyták a nem kívánatos összetevőket.

A magisztrális receptek alkalmazásának jelentőségéről Beyer Márta nyugalmazott gyermekorvosnőt kérdeztem. Orvosi gyakorlata során gyakran használt egy közönséges sósavoldatot, különösen kisgyerekekben, de az időseknél is a gyomorsav hiányos állapot esetén. Fertőzőesés hasmenéses utáni állapotok kezelésére pedig PP-vitamint írt fel, ez ugyanis értágulatot okoz a bélben, elősegítve a folyadékviasszaszívódást. Kisgyerek esetében egy vagy két darab PP-vitamint elosztott a gyerek súlyának



6. kép. „Csak sas védjeggyel valódi”

és állapotának megfelelően, így a magisztrális receptekhez hasonlóan egyénre szabottá vált a kezelés.

Egy alkalommal a doktornő ódzkodott egy gyermek hasmenéses megbetegedésére felírandó magisztrális recept felírásától, ugyanis ez bismuthum subnitricumot tartalmazott. Mivel csecsemőkorban a bél nem képes visszartartani a nitrátokat, a patika megkérdezése után bismuthum subsalicylummal helyettesítette a magisztrális receptben szereplő nitrátot. Különösen olyan vidé-

33 Szaponintartalmú drogok vizsgálatának módszere  
34 Véröngoldó



ken, ahol a kutak nitráttartalma magas, egy ilyen anyagot egyáltalán nem célzerű bevinni.

A doktornő észrevette, hogy ugyanaz a készítmény egyik patikában sokkal jobb volt, mint a másikban, ugyanis gyakran megtörtént, hogy „valamit még beleloptak az eredeti formulába”.

A magisztrális receptek felépítését illetően dr. Ajtay Mihály gyógyszerész és dr. Farkas Imre János orvos gyűjteményéhez folyamodtam. Ezekben a névre szóló receptekben meg kell jelennie a diagnózisnak, ezt követi a készítmény összetétele, amelynek jól meghatározott sorrendje van: hatóanyag, adjuvánsok<sup>35</sup>, ízjavítók és vívőanyag. Az anyag mennyisége grammban szerepel és a szerrel egy sorba kerül, jobb oldalra. A mennyiség kifejezésére három rövidítést használnak: aa. (ana partes)<sup>36</sup>, qs. (quantum satis)<sup>37</sup> és ad<sup>38</sup> (9. kép). Amennyiben az orvos a napi megengedett mennyiségnél nagyobb

Dr. Beyer Márta praxisa során azonban a tendencia a magisztrális receptek használatára jelentősen csökkent, főleg a '90-es években, mára pedig kiment a divatból. Ennek ellenére úgy látja, hogy a daganatos betegségek kezelésében a személyre szabott gyógymódok terjeszkedésének köszönhetően hamarosan újra reneszánsza jöhet ezeknek az egyénített termékeknek.

Sóbester Klára azonban ma is készíti magisztrális készítményeket. Pszichiátriai betegek esetében is fontosak ezek a magisztrális receptek, ugyanis így elkerülhető több gyógyszer bevitelének szükségessége és a betegnek csak egy készítményt kell bevennie. A pirulák mellett oldatokat, kúpokat, osztozott porokat<sup>40</sup> és krémeket is készítenek.

Ezeknek a recepteknek az elkészítése korántsem

volt egyszerű feladat. Kiemelt jelentősége volt az inkompatibilitások ismeretének dr. Ajtay Mihály egyik cikkében bővebben leírja azt, hogy ezek az elegy elnedvesedésével, az aktív komponensek kiválásával, vagy akár robbanó elegy keletkezésével is járhatnak. Hogy csak egy példát emeljünk ki, ha Aszpirint és Piramidot összekeverték, egy túrós állagú terméket kaptak. Ebben az esetben kalcium-karbonátot adnak a vegyülethez, az inkompatibilitást nem lehet minden esetben elkerülni. Erre megoldás lehet a közeg pH-jának megváltoztatása, esetleg helyettesíteni vagy parítani kell egyes komponenseket.<sup>41</sup>

#### A gyógyszerészek mindennapjai

A marosvásárhelyi 1-es számú gyógyszerertár egész nap nyitva volt, ugyanis este is bent volt egy patikus. Bár a gyógyszerertár 8-kor nyitott, a gyógyszerészek 7-re mentek be a patikába feltölteni a fiókokat és a polcokat gyógyszerekkel. Ez volt az úgynevezett impleálás. A gyakran kért és előre csomagolt gyógyszerek mindig kéznél

40 Főleg kisgyerekek esetében készítik.

Felosztanak két-három tablettát és egy ártalmatlan kötőanyaggal, általában tejcukorral felhígítják.

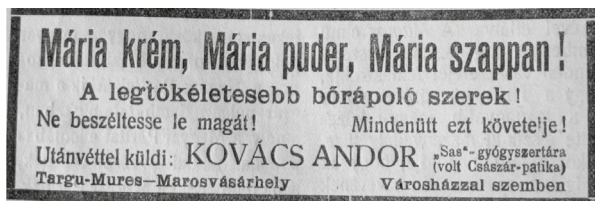
41 Orvosi Szemle, 1961. – Dr. Ajtay Mihály – Inkompatibilitáji farmaceutice, 79. oldal



8. kép. Erdély egyik legszebb gyógyszerertárának tartották

voltak. Az officinában négy munkaszalt volt, egy-egy gyógyszerésszel. Az első asztalnál a magisztrális recepteket vették át, a másodiknál az ingyen recepteket, a másik két asztalnál pedig a kézi eladás folyt. Ha a beteg rossz helyre állt, a másik asztalhoz tanácsolták.

Középen volt egy orosz szekrény, az úgynevezett verstuska, amely ugyancsak gyógyszereket tartalmazott. Azért, hogy minél hamarabb megtalálják a készítményeket, a fiókokra a gyógyszerek dobozát ragasztották. Az officinában volt egy



7. kép. „Mária krém, Mária puder...”

adagot ír fel, ezt betűkkel is el kellett ismételnie, kézjeggyel és pecséttel kellett ellátnia, illetve meg kellett jelennie a „sic volo”, azaz úgy akarom kifejezésnek is.

1960 után ennek kötelezően meg kell jelennie abban az esetben is, ha bármilyen összetevőből a megengedett mennyiség-nél több szerepel a recepten. Korábban ez csak a mérgező és a separandás<sup>39</sup> szerek esetében volt kötelező. Ez azt jelentette, hogy az aszpirin, kálium-jodid és vízhajtó esetében is figyelembe kellett venni a maximális mennyiséget. Ha az orvos nem írta oda a „sic volo” kifejezést és túllépte a kijelölt mennyiséget, a gyógyszerész kötelessége volt ezt a maximális adag felére csökkenteni az orvos megkérdése nélkül.

Csatlós Mária és Marton Erzsébet pályája során a magisztrális receptek használata nem csökkent, sőt egyenlő arányban voltak jelen a gyári készítményekkel. Jelentőségüket az is mutatja, hogy az 1-es számú gyógyszerertár négy officinában levő asztala közül egy csak ezeknek a receptek volt fenntartva.

35 Hatásnövelő alkotóelemek

36 Használj egyenlő mennyiségben

37 Amennyi szükséges

38 Egy bizonyos mennyiségig kiegészíteni

39 Zárt szekrényben tartandó szerek, mint az ópium, papaverinhidroklorid,

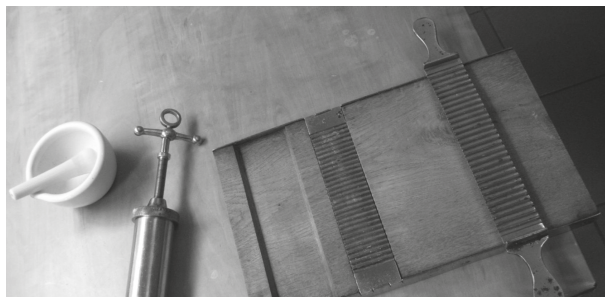
Judetul: MUREȘ	
Localitatea: TIRGU MUREȘ	
Unitatea sanitară:	
INSTITUTUL DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE	
Disciplina de Medicină Socială	
Cabinetul Absolventului	
U.A.S.C. Centrul universitar	
Nume: Mediciniae      Prenume: Alumnii	
Virsta: 33 promotions      Domiciliu: R. S. România	
Localit.: Innominata      Str. Anonyma Nr. 1.	
Nr. fișă: (reg. cons., foaie obs.)      49/K.M.	
DIAGNOSTIC: <b>NECESITAS</b>	
<b>MEDICORUM</b>	
Rp/	
<b>FORMULAE</b>	
<b>MAGISTRALIS</b>	
No. M	
M.f. materia systematisata	
Divide in doses quasi aequales No. XX	
S. se vor prescrie cu maxima precutie și responsabilitate profesional-morală.	
Ediția I-a: 13. XI. 1978      Ediția a II-a: 18. IV. 1979	
Ediția a III-a: 15. VIII. 1982	
Dr. șt. med.      Dr. pharm.	
Farkas Imre János      Ajtay Mihály	

8. kép. Magisztrális recept

tábla, amely 200-ig volt megszámozva. Amikor egy magisztrális recept érkezett a gyógyszerertárba, a beteg kapott egy számot. Amikor a táblán kigyúlt az egyik szám, elkészült a gyógyszer.

A gyógyszerertárnak volt egy laborja, ahol a gyógyszereket csomagolták fel. Emellett volt egy pincéje, ahol a vegyszereket (ke-





9. kép. Mozsár, kúpkesztő és tablettázó

mikáliákat) tartották, volt egy iroda, ahol a recepteket számolták, egy receptúra, egy raktár, analízis szoba, ahol a beérkezett vegyszereket ellenőrizték, mosdó, aszeptikus szoba és öltöző.

Az officina mögött volt a nagy labor, ahol a különböző gyógyszereket készítették. A gyógyszerárban volt két kúpkesztőgép is, amelyek közül az egyik egyszerre több csíkot tudott elkészíteni. Ezt követően ezeket felvágták. Volt pirulázó gép is, melylyel gömb alakú pirulákat tudtak készíteni (9. kép). Ahhoz, hogy a pirula megtartsa a formáját kötőanyagra is szükség van, amelyhez eleinte sörélesztőt használtak. Ez azonban hamar penészedik, így ezt később égetett karamellből készítették. Az oldatok, krémek és ecsetelők mellett

kapszulákat is készítettek, amelyeknek két típusa volt: papír- és ostyakapszula. Mindkettőbe olyan kártyák segítségével mérték ki a megfelelő pormennyiséget, amelyeket a röntgenfelvételek lemosásával és felvágásával kaptak. A kész termékek felcímkézésének jól meghatározott rendszere volt<sup>42</sup>.

### Zárszó

A gyógyszerészet csak egy kis szegletét tudtam belefoglalni a dolgozatomba. Mégis úgy érzem, hogy a kérdésem megválaszolása közben azt is sikerült megmutatnom, hogy a gyógyszerészet mennyire szerteágazó tevékenység és hogy milyen széles körű tudással kellett a gyógyszerésznek rendelkeznie, tehát minden tiszteletünket megérdemlik. ☞

42 A külsőleges szer piros címkéjére az Extern szó került, a belsőleges kék címkéjére az Intern szó, míg a steril oldatok címkéje sárga volt. Mindeniken szerepelt a készítés dátuma, a gyógyszerész és a gyógyszer neve.

*Az adatközlők mellett köszönettel tartozom Máthé Márta és Szász Ágota tanárnőknek, akik segítettek és mellettem álltak a munkám során.*

*A szerző az Orvostudomány kategória második díjasa.*

### Irodalom

- Orvosi Szemle számai 1960-1980  
Gyógyszerészek évkönyve, 1941.  
Dr. med. Farkas Imre János és Dr. pharm. Ajtay Mihály: Formulae Magistralis  
Horváth Tibor: Studiul unor noi medicamente venotonice din droguri indigene, 1970.  
Mesterséges gyűjtemény, 1806.  
Házi különös orvosságok, 1785.  
Gelencei orvosló könyvecske  
Gyógyszerési Szemle 1941.június 21., VI. évfolyam, 25.szám  
Péter H. Mária: Az erdélyi gyógyszerészet magyar vonatkozásai  
Péter H. Mária: Az erdélyi gyógyszerészet magyar vonatkozásai II.  
Pharmacopea Austriaco-Providentialis, 1774  
Magyar Gyógyszerészkönyv, 1871  
Orient Gyula: Az erdélyi és bánáti gyógyszerészet története  
[https://www.umftgm.ro/fileadmin/medicina/catedru/M2/Farmacologie/8\\_Gyogyszerrendeles.pdf](https://www.umftgm.ro/fileadmin/medicina/catedru/M2/Farmacologie/8_Gyogyszerrendeles.pdf)

## Háztartási szűrkevizek és csapadékvíz környezethatékony újrahasznosítása

FILIPCSUK PÉTER GUSZTÁV-JÓNÁS ANDREA PETRA

Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium

Földünk ivóvízkészlete folyamatosan csökken, és ennek ellenére sem fordítunk komoly figyelmet ennek megváltoztatására. Egyszerű módszerekkel nagy mennyiségű vizet hasznosíthatnánk újra, többek között a szűrkevizet. A szűrkevizet környezettudatos és környezethatékony technológiával, deríthetőek, majd újrahasznosíthatóak.

1. A háztartásokban használt vizek körülbelül 65%-a szűrkevíz, ami indokoltá teszi az újrahasznosítását. Ezért szeretnénk kidolgozni, hatékony, újszerű módszereket a szűrkevizet kezelésére, amellyel kiaknázhatóvá válnának a szűrkevizekben rejlő lehetőségek.

Vizsgálataink során több célt is kitűztünk: Célunk, hogy különböző eredetű szűrkevíz-mintákat megvizsgáljunk több szempontból, amelyek a zéta-potenciál, pH, zavarosság, biológiai oxigénigény, vezetőképesség, teljes szerves széntartalom. A tisztítás szempont-

jából a zéta-potenciál értéke prioritást élvez, mivel megadja, hogy mennyi derítőszer szükséges a szűrkevíz kezeléséhez. A kezelés egyik legfontosabb lépése a kolloidok által létrehozott stabil, diszperz rendszernek a megbontása, a szemcsék felületi töltésének abszolút értékbeli csökkentésével kevesebb, mint 5mV-ra. A koagulálás és flokkulálás folyamatának vizsgálásához a szűrkevizekhez különböző minőségű koagulálószereket adunk (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, FeCl<sub>3</sub>). [1] Az innen kapott eredmények segítségével tanulmányozni fogjuk, hogy a koagulálószert mennyiségben hogyan befolyásolja a fentebb ismertetett vizsgált paramétereket, illetve meghatározzuk a derítéshez szükséges és elégséges derítőszer mennyiségét. E módszerrel lehetséges a lebegő anyagok teljes leválasztása, túlzott vegyszerhasználat nélkül.

2. Célul tűztük ki továbbá különböző típusú háztartási (fürdésből és mosásból származó) szűrkevizet vegyszermentes újra-

hasznosítását is. A szűrkevíz-kezelés megoldására építettünk egy bio-homokszűrőt, mely alkalmas lehet a szűrkevizet megfelelő (ház körüli alkalmazás esetén) mértékű tisztítására.

3. Másik szempontból közelítve meg az emberiség problémáját, nem elhanyagolható a csapadékvíz jelentősége sem. Ezért elvégeztük a lakóhelyünkről származó makrocsepdek (víz és hó) kvalitatív (pH, vezetőképesség, zavarosság, teljes szerves széntartalom, savasság) analízisét. Mintavételezéskor nyílt terepről és ereszcatornából kifolyó vízmintákat egyaránt gyűjtöttünk és vizsgáltunk. Célunk, hogy az eredmények alapján egy konkrét családi házra elvégezzünk egy általános csapadékvíz hasznosító rendszer beruházás értékelését.

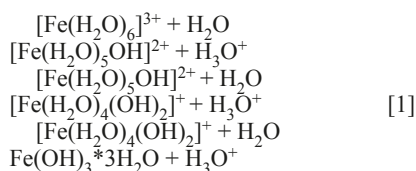
Hazánkban a növekvő vízigény a felszín alatti vizek mellett részben a felszíni vizek hasznosításával fedezhető, azonban e

vizek lebegőanyagokat tartalmaznak, melyeket el kell távolítani. A lebegőanyagoknak egy része szűrővel, ülepitéssel eltávolítható. Erre a legegyszerűbb megoldás egy bio-homokszűrő megépítése, mely a szuszpendált szilárd anyagok jelentős részét képes megszűrni. Továbbá a koagulálás-flokkulálás technológia lehet egy másik lehetséges módszer a vizekben lévő szennyeződések eltávolítására.

### Anyag és módszer

Méréseinkhez szűrkevíz-mintákat használtunk, melyeknek eredete különböző volt. A mintákat 2 csoportra osztottuk, mosogatásból és fürdősből származó szűrkevizekre.

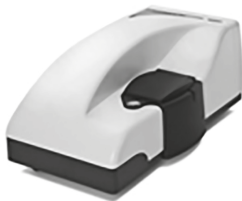
A derítéshez vas(III)kloridot ( $\text{FeCl}_3$ ) használtunk vegyszerként. A  $\text{FeCl}_3$  hidrolizise az alábbi egyenleteknek megfelelően megy végbe:



A kicsapószerként adagolásra kerülő vas(III)-sók hidrolízisének eredményeként vas-hidroxidok keletkeznek. A képződő pozitív töltésű vas-hidroxid koagulálja és flokkulálja a szennyvíz lebegőanyagait, kolloidális méretű részecskéit. [2]

A zéta-potenciál mérését a Malvern Instruments által gyártott Zetasizer Nano ZS típusú készülékkel végeztük. A mérések kivitelezésénél fontos körülmény volt a kevertetés ideje és sebessége. A szűrkevíz-mintákhoz a derítőszer adagolásával egy időben kevertetést indítottunk be az ARE Heating Magnetic Stirrer típusú mágneses keverő segítségével. A keverési sebességet úgy választottuk meg, hogy az oldat ne fröccsenjen ki a főzőpohárból (4-es keverési fokozat, 30 másodperc időtartam), azonban megfelelően biztosítsa az elegyedést. Kevertetés után kivettünk 45 ml-t a már kezelt mintánkból és 5 percig hagytuk ülepedni. Időközben jól látható volt az aggregálódás. Öt perc elteltével fecskendővel vízmintát vettünk a már flokkulált szűrkevízből a folyadékoszlop 2/3-ad magasságából, melyet a zéta-potenciál mérő készülék kapillaris mintatartójába töltöttünk. Mérés és számítógépes elemzés segítségével kaptuk meg a vízminták zéta-potenciálját, mely 3 mérés átlagértéke, ugyanis a gép 3 mérést végez el egy mintán, és azoknak adja meg az átlagát. [1]

A pH hatása fontos a mikrobiológiai folyamatokra nézve. A pH értékeket MultiLine P4 terepi mérőműszerrel mértük.



1. kép. Zetasizer Nano ZS készülék



2. kép. Kapillaris mintatartó



3. kép. TURB 550 IR zavarosságmérő műszer

A zavarosság a vízben jelenlévő diszkrét részecskék fényelnyeléséből és fényszórásából tevődik össze. Ezért a zavarosság értéke nem fejezi ki közvetlenül a vízben lévő lebegőanyagok mennyiségét. Tájékoztató, összehasonlító vizsgálatra azonban alkalmas, gyors módszer. [3]. A zavarosságmérést a TURB-555-IR nevű zavarosságmérővel végeztük, efelometriás zavarosság egységekkel dolgozva (NTU). A zavarosságot három párhuzamos mérés segítségével állapítottuk meg, egy felrázás utáni állapotban, illetve öt perc elteltével egy nyugalmi állapotban.

A Shimadzu TOC-VCPN készülék alkalmas oldatminták szerves és szervetlen széntartalmú komponenseit jellemző összegparaméter megadására. [3] A készülék segítségével több mérési funkció közül is választhatunk, számunkra a teljes széntartalom (TC) (azaz a teljes szerves széntartalom (TOC), plusz a teljes szervetlen széntartalom (TIC)) mérését találtuk fontosnak, a minta katalitikus oxidációjával képződött szén-dioxid mérés alapján.

A biológiai oxigénigény (BOI) az az oldott oxigénmennyiség, amely a vízben levő szerves anyagok – aerob baktériumok általi – lebontásához bizonyos időtartam és hőmérséklet mellett szükséges. Itt fontos megjegyeznünk, hogy a vízmintákat termosztát szekrénybe való behelyezés után, a vizsgálat ideje alatt (ami öt napot vett

igénybe) folyamatosan 20°C-on tartottuk. A ma legáltalánosabban használt BOI érték megadási mód a  $\text{BOI}_5$  (mg/l): amely egy liter vizsgált minta öt nap alatti vizsgálat során felhasznált biológiai oxigénigényét adja meg,  $\text{O}_2$ -ben (mg) kifejezve. Értéke nagyon sok tényezőtől függ. Függ az inkubációs időtől, a nitrifikációtól, környezeti tényezőktől közülük is legfőképpen a pH-tól és a hőmérséklettől. A méréshez szükség van standardizált és reprodukálható körü-



5. kép. Shimadzu TOC-VCPN készülék

ményekre (állandó hőmérséklet, vizsgálati idő, tápanyagok és nyomelemek, korlátlan mennyiségű oxigénforrás). A méréseket OxiTop IS 12 típusú műszerrel végeztük. Az eredmények pontossága érdekében 10 liter szűrkevizet vizsgáltunk, két literekre bontva. Mindegyik két literes mintából 3db BOI mintát raktunk be mérésre. [8]

A koagulálás, flokkulálás vizsgálatához vas(III)-kloridot alkalmaztunk, amely törzsolat koncentrációja  $20 \text{ g/dm}^3$  amelyből eddig 2 és 10-szeres hígítású oldatokat készítettünk. A későbbiekben már csak a törzsolatot használtuk. Ezeket adagoltuk a  $100 \text{ cm}^3$ -es keverék szűrkevíz-minta részletekhez, majd 30 másodpercig kevertük őket mágneses keverővel (ARE Heating Magnetic Stirrer, 4. fokozat). A keverés leállítása után mintát vettünk a zavarosság méréséhez. Ezután zéta-potenciál méréshez 45 ml kezelt vízmintát mértünk ki, majd 5 perc ülepedési idő után a folyadékoszlop 2/3-ad magasságából vettünk minden méréshez mintát. [6]

### Mérési eredmények és értékelésük

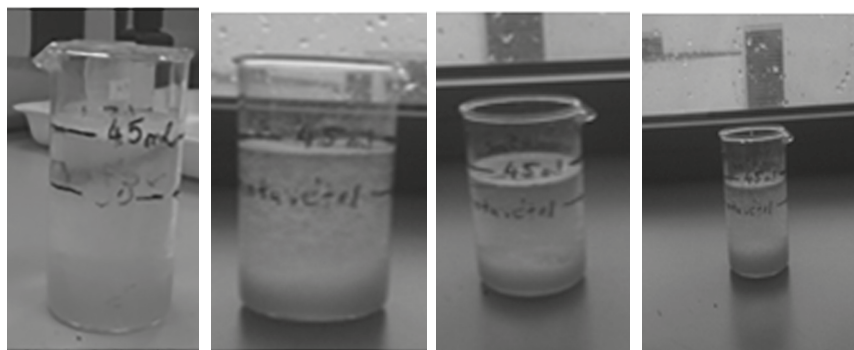
Vizsgáltuk a fürdősből és mosogatásból származó szűrkevíz-minták kiindulási zéta-potenciál értékét, pH-ját, zavarosságát, biológiai oxigénigényét

4. kép. MultiLine P4 univerzális kézi-mérő-műszer



6. kép. OxiTop IS 12 típusú műszer



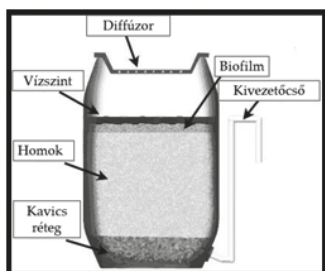


1 ml törzsoldat    1,25 ml törzsoldat    1,5 ml törzsoldat    1,75 ml törzsoldat

7. kép. A derítés eredményessége különböző mennyiségű derítőszer hatására

és teljes szerves széntartalmát. A méréseket a mintavételtől számított 24 órán belül elvégeztük. Fontos azonban, hogy az átlagértékek esetenként nagyban eltérnek egy-egy minta zéta-potenciáljától. Tehát a származás helye, és a szennyeződés mértéke nagyon fontos a szűrkevíz-minták vizsgálatánál

Az eredmények alapján a fürdővizek zéta-potenciál átlaga kisebb volt, mint a mosogatósból származó vizeké. Az ered-



8. kép. A bio-homokszűrő felépítése



9. kép. A csapadékhasznosító rendszer

mények többnyire annak tulajdoníthatóak, hogy fürdésnél nem kerül annyi kolloidális méretű részecske a vízbe, mint mosogatásnál. Mosogatás során a zsírok és az olajok az oldatba vitelükhöz szükséges felületaktív anyagoknak köszönhetően kolloidális állapotban kerülnek a vízbe és a nagy tenzid-koncentrációnak köszönhetően stabil kolloid rendszert képez, mely megmutatkozik a nagy zéta-potenciál-értékekben is (1. ábra).

A szűrkevíz-minták pH átlaga fordított tendenciát mutatott, mint az átlagos zéta-potenciál értékek. A semleges pH-tól való eltérés a fürdővizek esetén nagyobb volt, mint a mosogatóvizek esetén (2. ábra).

A kezelés menetének elsajátítása során kétszer kezeltünk szűrkevíz-mintákat 10 g/dm<sup>3</sup>-es és 2 g/dm<sup>3</sup>-es koncentrációjú vas(III)-klorid oldattal különböző mennyiségben adagolva a 100 cm<sup>3</sup>-es keverékminta részletekhez. Keverékminta elkészítése több szűrkevíz-mintából történt, azonos csoportból (azaz, vagy csak mosogatóvíz vagy csak fürdővíz). A FeCl<sub>3</sub>-oldat adagolása után, mágneses keverővel 30 másodpercig kevertük, majd mintát vettünk a zavarosság méréshez és zéta-potenciál méréshez. Ezután hagytuk a mintákat ülepedni. A +/- 5 mV közötti zéta-potenciál érték már megfelelő lenne ahhoz, hogy a vízmintából kolloid méretű szennyeződés flokkulálódjon, vagyis a minta újrahasznosítható legyen, amely még nem sikerült, csak ahhoz közelebbi értéket sikerült produkálnunk. Több különböző koncentráció tesztelése után végül a +/- 5 mV közé eső kívánt eredményeket a 20 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú törzsoldattal kaptuk meg. Mosogatóvizet kezeltünk ezzel a koncentrációjú törzsoldattal.

A kezelés hatására szinte már minden zéta-potenciál érték a kívánt tartomány közelében járt sőt, jó néhány azon belül is volt. Ezen kezelésekek közül a 1,5 ml-es mennyiségű törzsoldat volt a leghatékonyabb, mivel az ezen törzsoldattal kezelt minta értéke járt a legközelebb az izoelektromos ponthoz, vagyis a nullához (3. ábra).

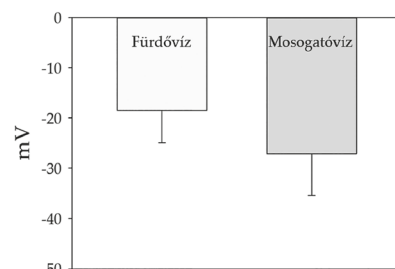
Szintén vizsgáltuk a pH-t is, mivel az is fontos a későbbi felhasználás céljából. A pH nem esett túlzottan savas tartományba, ezért ilyen szempontból szintén sikeresnek mondható a kezelés (4. ábra).

A zavarosság-értékek alapján a leghatékonyabb kezelés itt is megfelelőnek bizonyult. Fontos megjegyeznünk, hogy az eredmények alapján nagy szerepe

van az üleptetésnek, hiszen az üleptetés utáni zavarosság értékek voltak a legkisebbek, tehát ebből az következik, hogy üleptetés után sokkal hatékonyabban szűrhetők az aggregálódott részecskék (5. ábra).

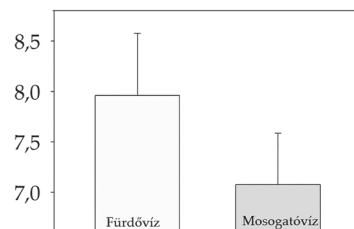
### Bio-homokszűrő

Kutatásunk során kidolgoztunk egy rendkívül egyszerű megoldást is a szűrkevizek szűrésére, amely egy bio-homokszűrő megépítésében valósult meg. A szűrő felépítése roppant egyszerű. A tartály tetején található egy diffúzor, amelynek alján kis lyukak vannak, ezáltal lelassítja a hirtelen bezúduló víz áramlási sebességét, így megakadályozza, hogy a víz felkavarja a bio szűrőt. A tartály belsejében három réteg különül el. A legfelső réteg egy



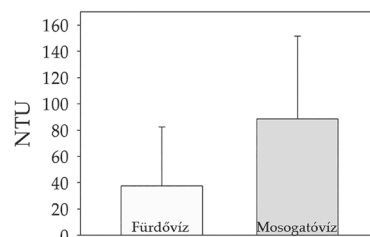
Szignifikáns különbség (ANOVA p<0,05)

1. ábra. Zéta-potenciál értékek kezelés előtt



Szignifikáns különbség (ANOVA p<0,05)

2. ábra. pH értékek kezelés előtt

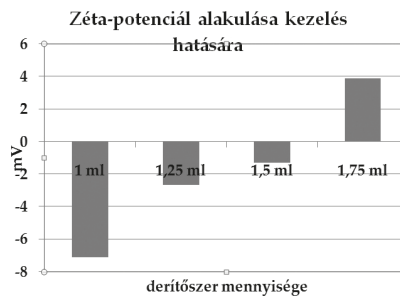


Szignifikáns különbség (ANOVA p<0,05)

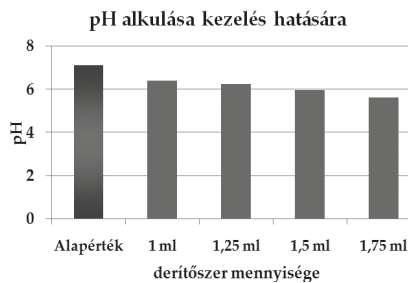
3. ábra. Zavarosság értékek kezelés előtt

homokrét, az alatta lévő réteg apróbb kavicsokból tevődik össze, melyet egy hasonló réteg követ, viszont e rétegben a kavicsok mérete sokkal nagyobb. A már megszárt szűrkevíz kivezetéséhez szükségünk van PVC csőre is, mely a

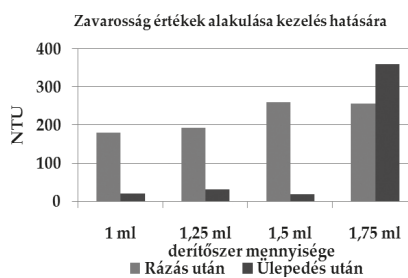




4. ábra. Zéta-potenciál értékek kezelés után



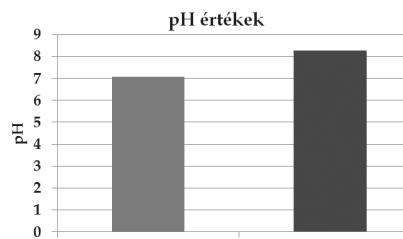
5. ábra. pH értékek kezelés után



6. ábra. Zavarosság értékek kezelés után

tartály aljától egészen a tetejéig vezet a rétegeken keresztül és rendelkezik egy kivezető nyílással.

A szűrő elkészítése után kisebb mennyiségű szűrkevizet öntünk a szűrőre. A vízben, homokrétegben és kavicsrétegben lévő mikroorganizmusok elegendő oxigén jelenlétében, körülbelül három hét múlva egy biofilmet képeznek a víz tetején. A biofilm létrejötte után megkezdődhet a szűrés. A friss szűrkevizet lassan a szűrőbe öntjük, amely a hidrosztatikai nyomásnak köszönhetően végigmegy az egyes rétegeken. A legfelső réteg a biofilm, amely megszűri a vízben lévő szuszpendált szilárd anyagokat, valamint a kórokozók jelentős részét. A víz innen tovább halad a kisebb méretű kavicsokkal teli rétegen, amely tovább szűri a vizet, bár itt már nem annyira jelentős mértékben. E rétegnek köszönhetően a víz a nagyobb méretű kavicsokkal teli rétegre jut, amely a vizet a kivezető cső felé áramoltatja. Ennek a rétegnek az aljában található a kivezető cső, amely apróbb lyukakkal van teli, hogy a víz ezen a lyukakon ke-



7. ábra. Teljes szervesszén-tartalom (TOC) és biológiai oxigénigény (BOI) után

resztül a csőbe jusson. A hidrosztatikai nyomásnak az ellenáramlásnak, valamint az egyes rétegek nyomásának köszönhetően a már megszűrt víz a csövön keresztül a tárolóba jut. [7]

Jelen esetben is végeztünk szűrés előtti és utáni kémiai paraméter méréseket.

Fürdővizekkel foglalkoztunk, melyeket három különböző forrásból vettünk.

A teljes szerves széntartalom (TOC) igen magasnak bizonyult, amely a fürdővízben lévő detergenszeknek köszönhető (6. ábra).

A biológiai oxigénigény (BOI) fogalmából adódik, hogy, mivel a teljes szerves széntartalom érték igen magas volt ezért ezzel az értékkel párhuzamosan a BOI érték is magasnak bizonyult (6. ábra).

A szűrő hatékonyságát mutatja a kapott eredmények, ugyanis a kezdetben magas TOC, illetve BOI értékek nagymértékben csökkentek. pH értékeket szintén vizsgáltunk a szűrés folyamán is (7. ábra).

### Csapadékvíz-gyűjtés

Természetes úton megközelítve az emberiség problémáját, nem is gondoljuk, mennyi esővizet hagyunk kárba veszni, holott már akkor is pénzt takarítunk meg, ha néhány hordót kihelyezünk az eres alá és ebből locsoljuk pl. a balkonnövényeket. Komolyabban véve a kérdést sokkal jobban is járhatunk, mivel egy 100 m<sup>2</sup>-es tetőről évente 50-60 m<sup>3</sup> esővíz is gyűjthető és ennek teljes újrahasznosításával akár 50 %-os ivóvízmegtakarítás is elérhető.

Ha ezt komolyan vesszük érdemes elgondolkodni a beruházáson. Talán az egyik legfontosabb beruházási eszköz maga az esővízgyűjtő. Legnépszerűbb a beton illetve műanyag ciszterna. Kutatásainkhoz kapcsolódóan egy 100 m<sup>2</sup> hasznosítható tetőfelületű családi házra elvégeztünk egy általános csapadékhazsnosító rendszer beruházás értékelését, arra keresve a választ, hogy anyagi szempontból megéri-e egy ilyen befektetést megvalósítani, és ha igen milyen feltételek mellett. A beruházás

kezdő pénzáramának összetevői azok az eszközök, amelyek a csapadékvíz hasznosító rendszerhez szükségesek: durvaszűrő (8000 Ft), finomszűrő (11 000 Ft), ciszternaszervelvény (54 000 Ft), hidrofor (32 000 Ft), segédberendezés (19 000 Ft). A beruházáshoz kapcsolódó tőkésíthető kiadásokhoz tartozik a szerelési költség (10 000 Ft). Továbbá szükségünk van áramra is a hidrofor működtetésére, amelynek értéke 32000 Ft. A rendszer kiépítésének összköltsége 143 047 Ft. Az éves csapadékösszeget 540 mm-ben határoztuk meg (Gyulaházán), mely átváltva 0,54 m. Ez egy 100 m<sup>2</sup>-es tetőfelületen 54 m<sup>3</sup> hasznosítható vizet jelent. A csatorna díja 530 Ft/m<sup>3</sup> s ezt beszorozva az 54 m<sup>3</sup>-rel kapjuk meg a 28 660 Ft-ot. Továbbá megspórolhatjuk a vízdíj árát is, amely jelenleg 423 Ft/m<sup>3</sup> beszorozva a csapadékmennyiséggel (54 m<sup>3</sup>) a megspórolt összeg 22 865 Ft. Ha a kiadási költségeket osztjuk a bevételi értékkel, azt kapjuk, hogy körülbelül három év alatt (2,8 év) megtérül a beruházás értéke.

Összegzőként elmondhatjuk, hogy a kapott eredmények alapján a szűrkevizek kezelésére a vegyszeres módszer, illetve a vegyszermentes megoldás is rendkívül hatékonynak bizonyult. Hiszen a kezelt, illetve megszűrt szűrkevizet szabadon felhasználhatók a ház körül. pl. WC- öblítésre, autómosásra, valamint locsolásra is. Jövőbeli céljaink között szerepel, hogy ezeket a módszereket nagy méretekben is megvalósítsuk, tehát prototípusok megépítése a fő célunk a jövőre nézve. ♦

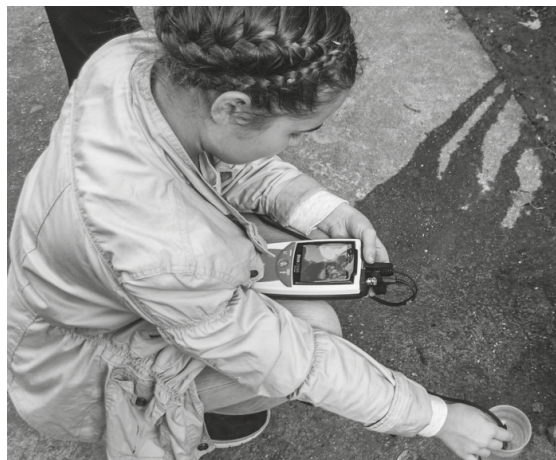
### Irodalom

- [1] UNGVÁRI LEVENTE, KECZÁNNÉ DR. ÜVEGES ANDREA: Szűrkevizek zéta-potenciáljának vizsgálata derítőszer adagolás optimalizálása céljából, Debreceni Műszaki Közlemények 2013/2
- [2] HAN CZ PÉTER Koaguláció-flokkuláció, vizsgadolozat, 1994.
- [3] DR. BORDA JENŐ - DR. LAKATOS GYULA - DR. SZÁSZ TIBOR: Környezeti kémia II. egyetemi jegyzet, KLTE, 1994.
- [4] DR. BENEDEK PÁL, VALLÓ SÁNDOR: Vízisztítás-szennyvíztisztítás zsebkönyv, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [5] SOSTAR-TURK, S., PETRINIC, I., SIMONIC, M., 2005. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. Resour. Conserv. Recy. 44, 185–196.
- [6] SHARP, E.L., PARSONS, S.A., JEFFERSON, B. 2006. The impact of seasonal variations in DOC arising from a moorland peat catchment on coagulation with iron and aluminium salts. Environ. Pollut. 140, 436–443
- [7] [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CAWST%202009%20Biosand%20Filter%20Manual.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CAWST%202009%20Biosand%20Filter%20Manual.pdf)
- [8] <http://eng.unideb.hu/userdir/bodnari/varosenergetika/laborsegedlet-kg-veszm.pdf>

## Modell és valóság

FREY SÁRA–VARGA MÁRTON  
Boronkay György Szakközépiskola, Vác

Vácott, a Boronkay laboratóriumában kutatócsoportunk évek óta foglalkozik mikrobiológiával. Minden héten, pénteken fizikatanárunkkal, Tóth Eszterrel, valamint régi és új társainkkal együtt ássuk bele magunkat a mikrobiológiába, így ez igazán izgalmas élménnyé válik mindannyiunk számára.



**1. ábra.** A baktériumokat falusi kutak fogyasztható vizéből gyűjtöttük. A helyszínen mértük a víz hőmérsékletét, vezetőképességét, pH-ját

Jelenlegi témánk évekkal ezelőtről származik, amikor népi gyógymódok mikrobiológiai hátterét próbáltuk feltárni. Mára a hétköznapi „gyógyszerek”

**2. ábra.** A baktériumokat cikcakkos szélesztéssel izoláltuk [1]. Amoxicillin hatóanyagot használtunk. A Petri-csészébe öntött táptalaj általános, húsos táp volt



közül a fohagyyma maradt meg a laborunkban, aminek hatását antibiotikumokéval hasonlítjuk össze. Mindeközben fontosnak tartottuk az alapvető mikrobiológiai módszerek és folyamatok pontosabb megismerését, hiszen egyikünk sem profi.

Kísérleteinket fogyasztásra is alkalmas kútvizből nyert baktériumokkal végezzük, amelyeket steril körülmények között izolálunk, megfelelő védőfelszereléssel kezelünk az iskolában (**1. ábra**). A baktériumoknak szükségük van táptalajra, amin a telepek növekedhetnek, és szabad szemmel is jól megfigyelhetők. Táptalajainkat magunk főzzük granulátumokból, és mi öntjük ki Petri-csészébe. Általános, húsos táptalajt használtunk, mivel ezen mind a Gram-pozitív, mind a Gram-negatív baktériumtörzsek jól tenyésztethetők (**2. ábra**).

A hatóanyagok és baktériumok kölcsönhatásának vizsgálatához megtaláltuk a legeredményesebb, számunkra is elérhető megoldást, ez pedig a korongdiffúziós eljárás. A korongdiffúziót hivatalosan kórházak laboratóriumában is használják antibiotikumok hatásvizsgálatára. A zselés általában táptalaj tetejére baktérium-szuspenziót kenünk, majd erre hatóanyaggal átitatott szűrőpapírkorongot helyezünk. A korongból a hatóanyag-molekulák minden irányban a táptalajba diffundálnak, és a mozgásuk során a felszínre érkehetnek. Abban az esetben, ha ezek közül a molekulák közül elég sok érkezik a felület egy adott, kicsiny területére, ott a baktériumok életképtelenné válhatnak. A hatóanyag korong felé közeledve egyre több részecske érkezik a felszínre, így jön létre egy baktériummentes gyűrű, a gátlási zóna (**3. áb-**

**ra**). Ez a zóna szemmel jól látható és átmérője jól mérhető. A méréseket eleinte erre a célra készített milliméter-beosztású skálával végeztük.

Az eljáráshoz szükséges steril korongokat nem tudtuk beszerezni, hiszen eze-



**3. ábra.** A hatóanyaggal átitatott korong környezetében nem tenyésznek a baktériumok, ez a terület a gátlási zóna

ket csak antibiotikummal előre kezelt formában árulják. A mi kísérleteinkben azonban nemcsak antibiotikumokkal, hanem egyéb házi készítésű hatóanyagokkal is dolgozunk, tehát kénytelenek voltunk más megoldást találni. A korongokat

$$X^2 = 4DT \cdot 2.3(\log M_0/M)$$

**4. ábra.** A gátlási zóna sugarának tudományos meghatározása [2]

bőrlyukasztóval szűrőpapírból vágtuk ki, majd ezeket többszörös fertőtlenítés után itattuk át saját hatóanyagainkkal.

Egy hatóanyag-baktérium párosítást sajátosan jellemez a minimális gátló koncentráció, angolul és a szakirodalomban MIC – Minimal Inhibitory Concentration. Ez azt a legkisebb hatóanyag-koncentrációt jelenti, amely még életképtelenné teszi a baktériumokat. Többek között a minimális gátló koncentráció, a MIC határozza meg, hogy kialakul-e gátlási zóna, és ha igen, akkor az milyen átmérőjű. Egy kísérlet során azonban sok minden más is befolyásolhatja a zóna átmérőjét.

A korongdiffúzió elméletéről szakirodalomban azt olvastuk, hogy a zóna átmérőjét, azaz sugarát a következő kép-

let szerint lehet számolni (4. ábra). Az  $X$  – a zóna sugara – az eltelt  $T$  (a gátlási zóna kialakulásához szükséges kritikus) időn kívül csak a hatóanyag tulajdonságaitól ( $D$ : diffúziós állandó,  $M$ : a gátláshoz szükséges hatóanyag-koncentráció,  $M_0$ : a jelenlévő hatóanyag-koncentráció) függ. A képlet a táptalaj vastagságát azonban nem jelöli befolyásoló tényezőként! Tehát ezen elmélet szerint bár-



5. ábra. A kísérlet megkezdése után 72 órával minden Petri-csészében kialakult gátlási zónát lefényképeztünk

milyen tápvastagság esetén ugyanakkora gátlási zóna keletkezik. (Valószínűleg a cikk a szerzői gyárilag elkészített tápanyagokat használhattak, amelyek vastagsága azonos.)

Kísérleteink viszont nem ezt igazolták. Eleinte táptalajainkat szemmértékre öntöttük, így természetesen voltak kisebb-nagyobb különbségek a tápok vastagságai között. Azt vettük észre, hogy ezekben az esetekben más-más zónaátmérőket kapunk, noha minden más körülmény (a hatóanyag és annak sűrűsége, a baktérium és szuszpenziójának sűrűsége, a hőmérséklet, páratartalom stb.) ugyanaz volt. Tehát a feltételezésünk az lett, hogy mégis lehet a tápvastagság és a keletkező zónaátmérő között összefüggés. Idei egyik kutatási célunk az volt, hogy ezt az összefüggést megtaláljuk. Lehetőleg elméletileg is és kísérletileg is.

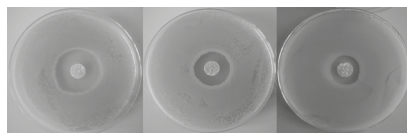
A kísérletek megtervezésénél az volt a cél, hogy a tápvastagságon kívül az összes körülmény változatlan legyen. Tehát egy adott vizsgálat alkalmával az összes korong azonos hatóanyag-koncentrációval rendelkezzen, a táptalajra azonos koncentrációjú baktérium-szuszenzió kerüljön. A Petri-csészékben azonos időben öntött táptalajok legyenek, azokat változatlan hőmérsékleten tároljuk tenyésztés előtt és tenyésztéskor is, a kísérlet eredményét pedig azonos időben fényképezzük le (5. ábra).

Az elméleti megértéshez szükséges a folyamatot mikroszkopikus méreteken elképzelnünk. Ehhez hívtuk segítségül a programozást. Egy számítógépes modellben változókat vehetünk állandónak, vagy változtathatjuk őket. Mindig azt változtatjuk, amire éppen kíváncsiak vagyunk, és közben minden más biztosan változatlan marad. A változók teljes kontrolljára van lehetőség. Ezért használtuk jelen problémánkhoz is a számítástechnikát. Mivel a korongdiffúzió során a hatóanyag molekulái – mint ahogy erre az eljárás neve is utal – diffundálnak a tápanyagban, számítógéppel egyszerűen modellezhető a folyamat. [3] A diffúzió magyarul „bolyongás”. A folyamat során a részecskék „bolyonganak”, azaz véletlenszerűen mozognak: véletlenszerű irányba, véletlenszerű időközönként történő irányváltásokkal. Ennek köszönhetően az antibiotikum-molekulák viselkedését jól lehet modellezni. A programozók jól ismerik a véletlenszerűséget, hiszen számos olyan dolog van a természetben és a társadalomban, ami ezzel írható le. (Egyébként a véletlenSZERŰség, nem véletlenül nem véletlen. Hiszen, tökéletes véletlent előállítani következetes számításokon alapuló eszközökkel lehetetlen.)

A tápvastagság és a zónaátmérő összefüggésének felderítésében egyszerűbbnek tűnhet a kísérleti megközelítés. De ez nagyon sok kísérletet igényelne, ami sok időbe és pénzbe kerülne. A programot viszont annyiszor futtatjuk, ahányszor csak akarjuk. Ezután az elméletileg kapott eredményeket „szűrőpróba-szerűen” ellenőrizzük, természetesen



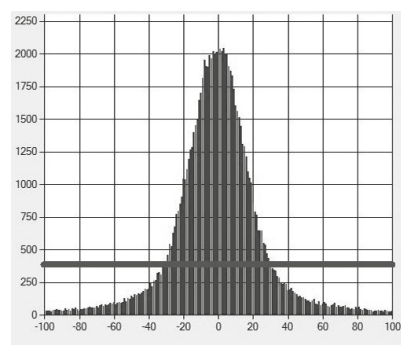
6. ábra. A hatóanyag-molekulák bolyongásának szemléltetése a diffúziós program által készített Fehér pöttyök mutatják a diffundáló molekulák pályáját a tápban



7. ábra. Balról jobbra a Petri-csészékben a tápanyag vastagsága nő. Jól látható, hogy a gátlási zóna átmérője a vastagabb tápokon kisebb

elegendő számú kísérlettel.

A tápanyagvastagság és gátlási zónaátmérő közötti összefüggést az általános felhasználásra szánt C# (ejtsd: szisárp) programozási nyelven oldottuk meg. Az elkészült program a diffúziót a következőképpen modellezi: a virtuális tápanyag tetejére helyezi a virtuális baktérium-szuszenziót, középre egy szintén virtuális korongot, ami „antibiotikummal” van „átítatva”. Innen indulnak el a hatóanyag-molekulák – akárcsak a valóságban – a tápanyagba. A program minden egyes lépésnél minden egyes molekulának új, véletlenszerű irányt választ, ezzel biztosítva a véletlenszerű mozgást. Ha egy molekula a táp aljához, vagy ritkább esetben oldalához ér, onnan „visz-



8. ábra. A modellbeli eredmények megjelenítése. A grafikon a táptalaj felszínére jutó molekulák számát (függőleges tengely) ábrázolja a korongtól való távolság függvényében (vízszintes tengely). Ahol a beérkezett molekulák száma meghaladja a MIC-et (vízszintes vonal), ott alakul ki a gátlási zóna (ebben a kísérletben körülbelül 60 egység átmérőjű)

szapattan”. Egyes hatóanyag-molekulák visszaérkeznek a felületre, a baktérium-szuszenzióhoz (6. ábra). Ha a tápanyag felületének egységnyi területére megfelelő mennyiségű hatóanyag érkezik, ott a baktériumok nem szaporodnak tovább. Ezt a „megfelelő mennyiséget” neveztük korábban minimális gátlási koncentrációnak, azaz MIC-nek. A programban ennek helyes megválasztásával illesztettük a modell eredményét a kísérletben tapasztaltakhoz. (Mondhatjuk: kalibráltunk a tapasztalataink alapján.) A hatóanyag koncentrációja csak a korong bizonyos sugarú környezetében éri el a MIC-et, ezért alakul ki véges méretű gátlási zóna.

A modell kalibrálását szolgáló kísérletünkben háromféle táptalajvastagságon végeztük el a korongdiffúziót tökéletesen ugyanúgy. A táptalajok öntését steril fecskendővel hajtottuk végre a tápvastagság pontossága érdekében. Mivel





9. ábra. A gátlási zóna átmérőjét a fényképekről program segítségével (az egyes pixelek színe alapján) határoztuk meg

Petri-csészéink alapterülete megegyezik, ezért a fecskendővel beléjük töltött táptalaj térfogata arányos a táp vastagságával. Így a kísérletek értékelése során nem a vastagságok arányával, hanem a különböző térfogatok velük azonos arányával dolgoztunk.

Először 10, 20 és 35 ml-es táptalajokat öntöttünk (7. ábra). Az eredményekből már az első értékeléskor az látszott, hogy a táptalaj vastagodásával a gátlási zóna átmérője egyértelműen csökken. A kísérletekhez hasonlóan a modellt is különböző tápanyag-vastagságokkal futtattuk. A program kiszámolta a hatóanyag-molekulák tápanyagbeli pályáját. Majd több tízmillió molekula nyomon követése után, a felületegységre érkezett molekulák számát a korongtól való távolság függvényében grafikonon ábrázolta (8. ábra). A grafikonról leolvashattuk a virtuális gátlási zóna átmérőjét, amit a kísérletek alapján kalibráltuk.

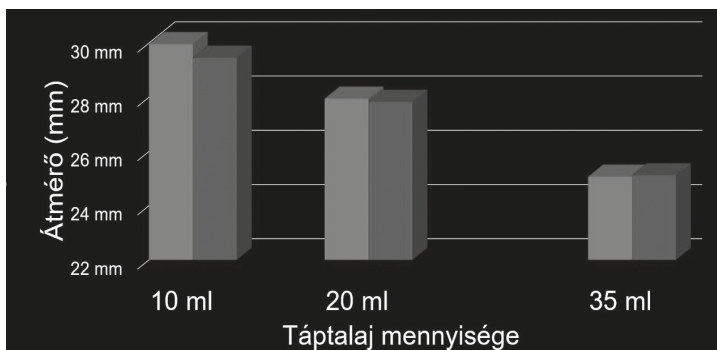
A kalibráláshoz szükséges volt a kísérletekben létrejött gátlási zónák átmérőjének minél pontosabb lemérése.

A mérés objektívá tételére programot írtunk (ugyancsak C#-ban). Az eljárás nagyon egyszerű, mert a lefényképezett táptalajok közepén van a pontosan 10 mm átmérőjű korong. A program megméri, hogy a korongnak a

fényképen hány pixel az átmérője. Így a zónaátmérő milliméterben meghatározható (9. ábra). Általában – mivel a zónák nem tökéletesen kör alakúak – több különböző irányban végeztük el a mérést egy-egy példányon, majd azok átlagát és szórását is számoltuk.

Az így kapott kísérleti zónaátmérő és a modellbeli zónaátmérő összehangolásával adtuk meg a modellben a MIC értéket. (A 9. ábrán a vízszintes vastag vonal jelzi a MIC-értékét.)

A valóságban megfigyelt eredményeket és a modell eredményeit közös grafikonon ábrázoltuk. Ebből megfigyelhető,

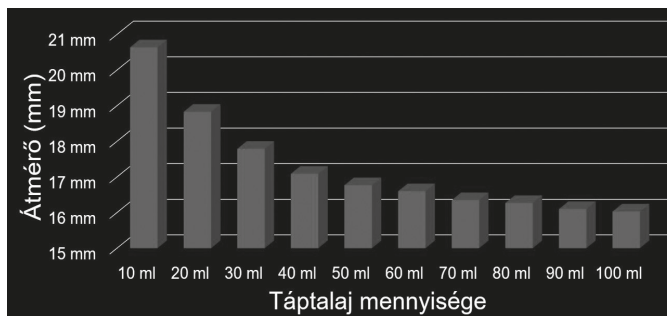
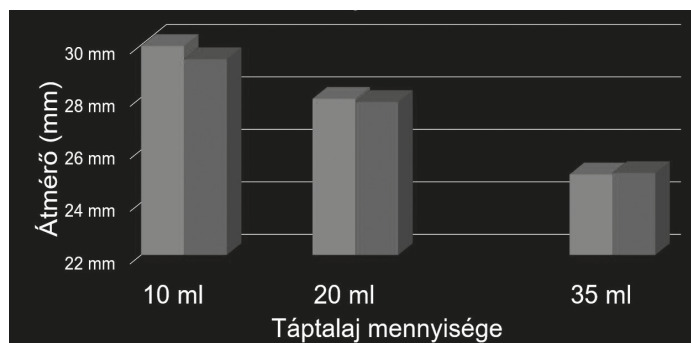


10. ábra. A zónaátmérő a Petri-csészében lévő tápanyag-mennyiség függvényében. A bal oldali oszlopok jelzik a kísérletek átlagát, a jobb oldaliak a modell adta eredmények átlagát. Ezekből az eredményekből az összefüggés még lineárisnak látható

hogy a tápvastagság növelésével a gátlási zóna átmérője lineárisnak látszó módon csökken (10. ábra).

Az összefüggés linearitásának bizonyí-

11. ábra. A zónaátmérő a Petri-csészében lévő tápanyagmennyiség függvényében a kiterjesztett modell eredményei alapján. A gátlási zóna átmérője vastagabb tápokot is figyelembe véve nem lineáris



12. ábra. A modellbeli eredményeket a vastagabb tápon végzett kísérletek igazolták. Az előzőekhez hasonlóan a zöld oszlopok jelzik a kísérletek eredményeinek átlagát, a pirosak a modell adta eredmények átlagát

tása vagy cáfolása végett a modell működési tartományát könnyen és gyorsan kiterjeszthetjük. Így vékonyabb, és vastagabb táptalajokat is „önthetünk”. A kapott eredményekből azt figyeltük meg, hogy az összefüggés korántsem lineáris. Ha tovább növeljük a táp vastagságát, a gátlási zóna átmérője lineárisnál kevésbé csökken (11. ábra).

Hogy megbizonyosodjunk arról, hogy ez nem csak a modell esetében, de a valóságban is így működik, még vastagabb tápokot öntöttünk. Az eredményeket most is grafikonon foglaltuk össze. Ebben az esetben is - mint a modellnél – megfigyelhető, hogy táptalaj vastagodásával a zónaátmérő bár még mindig csökken, de egyre kevésbé. A modell és a kísérlet értékeit ábrázoló diagramokat összevetettük. A valóság igazolta a modellünket! (12. ábra)

A gátlási zóna átmérője sokat elárul az adott baktérium adott antibakteriális anyaggal való kölcsönhatásáról. Biztosra kell mennünk, hogy a hatóanyagon és a baktériumon kívül minden más változatlan, illetve ami változhat, az nem befolyásolja a gyűrű átmérőjét. Ezt kellett a tápanyag vastagságánál is eldöntenünk. Ezt a kérdést modellünk futtatásával, és kísérletekkel történő alátámasztással sikerült megválaszolnunk. ☺

## Irodalom

- Mikrobiológiai praktikum, Dr. Horváth Sándor, Tankönyvkiadó, 1980  
 Antimicrobial Susceptibility Testing Protocols – Edited by: Richard Schwalbe, Lynn Steele-Moore, Avery C. Goodwin, 2007  
 A természet játéka, Marx György, Ifjúsági Lap- és Könyvkiadó, 1982

# 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 cikkeket 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. Érdemes 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 *küľöldíjban* 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 búvárkodásra 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 közzöljük, illetve olvashatók a folyóirat honlapján is.*



# Gilicze Bálint fotóalbumából



A Tádzs Mahal a Jamuna folyó túlszárjáról (2009)



Lovasterápia (2014)



India (2009)



Erdély (2003)



Tanyagondnok segíti a Pálmonostora környéki lakókat (2010)



India (2009)



# Ajándékozzon Élet és Tudomány előfizetést!

