

# Genetika-200

## 1. & 2.

*Nemzetközi Diák-Tudományos  
Vetélkedő és Webinárium 2019-2020*

In memoriam Festetics Imre (1764-1847)



*Balatonfüred*

Kőszeg-Pécs-Zalaegerszeg

2020

*Versenyfelelős tanár*

**Horváth Erika**



## **GENETIKA-200 1. & 2.**

Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020)  
és Webinárium (2020.03.12.)

*In memoriam Festetics Imre (1764-1847)*

*GENETICS-200 International Student Science  
Competition (2019-2020) and Webinar (12.03.2020)*

# Genetika-200 1. & 2.

## *Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és Webinárium 2019-2020*

In memoriam Festetics Imre (1764-1847)

*GEL-TTMK 2. szám*



*Balatonfüred*

Kőszeg – Pécs - Zalaegerszeg

2020

## A QR (Quick Response, Gyors Válasz) kód

az asztali gépekhez és laptopokhoz tervezett könyvoldalt köti össze annak a mobil eszközökre optimalizált változatával. Ezt az ábrát a mobiltelefonjával lefényképezve és dekódolva egy olyan URL címet kap, amely a MEK mobil felületén ([m.mek.oszk.hu](http://m.mek.oszk.hu)) a könyv oldalára mutat. A dekódoláshoz szükség van egy QR-kódokat értelmező programra (ilyen a legtöbb operációs rendszerhez ingyenesen letölthető), az URL cím megtekintéséhez pedig egy böngészőre és működő internet kapcsolatra a mobil eszközön.

*The following code connects the book's webpage designed for desktop and laptop computers with its mobile version. If you take a photo of the figure below with your mobile phone and decode it, you will get an URL address pointing to the corresponding page on the mobile-optimized MEK interface ([m.mek.oszk.hu](http://m.mek.oszk.hu)). You need a QR code reader application (freely available for most of the operating systems) to interpret the code, and a web browser and an active Internet connection on your mobile device to open the decoded URL*



[http://mek.oszk.hu/20700/20763/;](http://mek.oszk.hu/20700/20763/)

A jelen kötet tartalma a <http://www.gelabor.hu/szigel/fooldal/genetika-200> honlapon is elérhető.

## **GENETIKA-200 1. & 2.**

**Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő  
(2019-2020) és Webinárium (2020.03.12.)**

***In memoriam Festetics Imre (1764-1847)***

BioTár Electronic 2020



***Balatonfüred***

**Kőszeg – Pécs – Zalaegerszeg**

**2020**

**Szabó T. Attila** (szerk.)

*DSc.biol., prof.habil.r., tudományos tanácsadó,*

BioTár Electronic, BioDatLab, Balatonfüred

*Technikai szerkesztő*

**Horváth Erika** *versenyfelelős tanár*

GELab., Cserepka Iskola, Pécs

*A kiadás támogatója*

**Borhidi Attila**, akadémikus

Kiadja a BioTár Electronic (Balatonfüred)

*Hozzáférs*

Magyar Elektronikus Könyvtár (OSZK-MEK)

<http://mek.oszk.hu/20700/20763/>

<https://mek.oszk.hu/html/vgi/OR.phtml?id=20763>

ISSN 1588-0443 (BioTár & BioTár Electronic)

ISBN 978-615-00-8437-4

ISBN 978-615-00-8438-1 (online)

© a szerzők

Szabó T. A. & Horváth E., (szerk.), 2020, GENETIKA-200. *In memoriam Festetics Imre (1764-1847). Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020) & Webinárium (2020.03.12.) \* Genetics-200.*

*In memoriam Festetics Imre (1764-1847). International Student Science Competition (2019-2020) and Webinar (12.03.2020).* GEL-TTMK 2. szám & BioTár Electronic. Balatonfüred – Kőszeg – Pécs – Zalaegerszeg, Pg 1-224.

## **A GENETIKA-200 1. & 2.**

A Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020)  
és Webinárium (2020.03.12.)

*In memoriam Festetics Imre (1764-1847)*

## **TARTALOMJEGYZÉKE**

### **GENETIKA-200 1.**

#### **ELŐSZÓ**

Kroó Norbert, akadémikus

#### **BEVEZETŐ**

Vida Gábor, akadémikus

### **ÜDVÖZLETEK, ÜZENETEK, KÖSZÖNTŐK**

Gulyás Tibor, az Innovációs és Technológiai Minisztérium  
Innovációért Felelős Államtitkársága üdvözte

Dudits Dénes és Veisz Ottó, az MTA (Bp.) és a VEAB Festetics  
Imre Emlékbizottsága elnökeinek üzenete

Oros Róza, a Baptista Tehetségsegítő Tanács elnökének  
üzenete

**A GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos  
Vetélkedő és Webinárium iskolaigazgatóinak köszöntői**

Szabó Attila (Pécs); Keszei Balázs (Kőszeg); Makovecz Tamás  
& Pozsik Lajos (Zalaegerszeg)

## A TÁMOGATÓK ÜZENETEI

Bodó Barna (Temesvár, RO); Gózon Ákos (Természet Világa & Élet és Tudomány, Budapest); Nagy Melinda (Komárom, SK);

## BESZÁMOLÓK és ÖSSZEFOGLALÓK

Szabó T. Attila tudományos vezető beszámolója; Horváth Erika versenyfelelős beszámolója

Horváth Erika, Keszei Balázs, Pozsik Lajos: A digitális (online) oktatás egy új formája, a webinárium (tantértár) „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny, a G200-NDTV” tapasztalatainak fényében

Bősze Péter: Mutatvány egy genetikai szótárból

## DIÁK-TANÁR CSAPATOK VERSENY-ELŐADÁSAI

Keszei Zita Virág, Magyar Zsófia, Bancsó Sándor (vezetőtanár): A tehetség halmozódása és megnyilvánulása a Festetics és Chernel családokban

Faragó Ábel, Bárczai Krisztofer, Szőke Károly (vezetőtanár): Juhtenyésztési viták Brünnben és a Természet Genetikai Törvényei

Zsoldos Enikő, Márton Sarolta (vezetőtanár): Adatok a romániai genetika történetéhez

Dzsobák Patrik, Kovács Amadé, Leányvári Éva (vezetőtanár): Festetics Imre élete és munkássága



Dobó Petra, Vereczkey Kincső, Kohári György (vezetőtanár):  
A genetika megjelenésének kezdetei a magyar ismeretterjesztő  
sajtóban

Karsai Johanna Sára, Szűcs Kata, Kohári György  
(vezetőtanár): A növények genetikája. Rudolf Geschwind és  
Johann Gregor Mendel munkássága

Floca Larissa, Balog Szandra, Tóth Kinga (vezetőtanár):  
Temesvár, a mesterséges megtermékenyítés romániai bölcsője

Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta, Molnárné Litványi  
Krisztina (vezetőtanár): Genetika a méhészetben

Stefan Roland, Hegedűs Patrik, Horváth Erika (vezetőtanár):  
Oswald Avery, avagy a magányos baptista, akit elkerült a Nobel-  
díj

Szépligeti Eszter, Koncz Tamara, Boncz Dániel (vezetőtanár):  
Mimustól a modern genetikáig

Bánfalvi Borbála, Zsarnai Marina, Erős-Honti Zsolt  
(vezetőtanár): Etogenetika - avagy miért nem esik messze az  
alma a fájától?

Imolay Ákos, Nguyen Bich Diep, Dr. Endresz Gábor  
(vezetőtanár): Prime: a következő szint a génmódosításban

Bercia Antónia, Szabó Dávid, Vremír Magdolna  
(vezetőtanár): A filogenetikai törzsfák

Fazekas Fanni, Csizmadia Tamás (vezetőtanár): Krinofágia,  
mint minőségellenőrző mechanizmus

Imre Bálint, Juhos Márton, Bancsó Andrea és Bancsó Sándor  
(vezetőtanárok): CRISPR avagy....

## **BÍRÁLÓI VÉLEMÉNYEK és JAVASLATOK**

Seregi János (Budapest); Szabó T. Attila (Balatonfüred)

Javaslat a Magyar Genetika Nemzetközi Napja megalapítására

## **MUTATVÁNYLAPOK A SZERVEZÉS DOKUMENTUMAIBÓL**

### **GENETIKA-200 2.**

**Poczai Péter**

#### **Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai**

1. Bevezetés
2. Az antikvitás és az öröklődés
3. *Theoria generationis*
4. A genetikai erő
5. *Theoria cum praxi*
6. A természet genetikai törvényei
7. Összefoglalás

Felhasznált irodalom

**ELŐSZÓ**  
**BEVEZETŐ**  
**ÜDVÖZLETEK, ÜZENETEK,**  
**KÖSZÖNTŐK**





A Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és Webinárium  
2019-2020 számára készült

**GENETIKA-200**

„*In memoriam Festetics Imre 1764-1847*” emlékérem

**Készítette Varnyú István**

[vpiruster@gmail.com](mailto:vpiruster@gmail.com)

# ELŐSZÓ

**Kroó Norbert, akadémikus**

*a GENETIKA-200 Webinárium elnöke*

Amikor 2020. március 12-én a kibertérben köszöntöttem a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő Webináriumának csapatait és szurkolóit, még senki sem sejtette, hogy a három térségi ország – Magyarország, Románia és Ukrajna – magyar iskolái között zajló online „*genetika vizsga*” a magyar, sőt az egyetemes oktatástörténetnek is emlékezetes határnapja lesz: a 2019/2020-as tanévben ez volt az utolsó előtti nap, amikor a diákok bemehettek az osztálytermi tanórákra.

Másnap került Magyarországon kihirdetésre a sürgősségi kormányrendelet arról, hogy a SARS-COV2 vírus parányi genetikai üzenete nyomán kibontakozó COVID-19 néven elhíresült világjárvány miatt meghatározatlan ideig csak a kibertérben folyik majd az ország tanulóinak digitális (online) oktatása. Ilyen még nem volt a magyar oktatástörténetben. És – világméretekben – az egyetemes oktatás történetében sem.

Visszatekintve elmondhatjuk, hogy egy történelmi fordulat előőrsei voltunk 2020. március 12-én mindannyian. Ennek a kis kötetnek az anyagát áttekintve azt is elmondhatjuk, hogy eredményesek is voltunk; a „*genetikai küldetést*” a váratlan „*vírus-genetikai fordulat*” ellenére is sikeresen teljesítettük.

Jó mulatság, szép munka volt!

*Budapest, 2020.05.25.*

## BEVEZETŐ

### Gondolatok a genetikáról

*Mottó helyett*

<https://sek.videotorium.hu/hu/recordings/2698/a-genetika-szulo-foldjen>

A közép-európai – és benne a magyar – genetika születésének 200. évfordulóját 1989 óta ünnepeljük több-kevesebb rendszerességgel. Ennek az ünnepségnek magam is kezdeményező részese voltam, miután Szabó T. Attila 1989-ben felkért, hogy vállaljam el a tudományos tanácsadó szerepét „**A genetika szülőföldjén**” című, Festetics Imre és az általa megfogalmazott a „*Természet Genetikai Törvényei*” megismertetését szolgáló video-tanulmány elkészítésében, melynek ő írta a forgatókönyvét (Szombathely, Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola, Videostúdió, 1989, URL a mottóban).

A biológus Szabó T. Attilát még kolozsvári korszakából ismertem, elsősorban a bukaresti Kriterion Könyvkiadó Téka sorozatában megjelent genetikai és evolúciós témájú kötetei révén. Ezek a „darwini gondolatot” (1971) megelőző Charles Bonnet-féle „valók gráditsonkénti lépegetésének” meghirdetésétől (1974) vezették el az olvasót egyebek mellett a Mendel munkásságát is taglaló „genetika évszázadáig” (1976), sőt egészen a Theodosius Dobzhansky „*Örökletes változatosság és emberi egyenlőség. Tények és tévhitek az öröklődés és a nevelés vitájában*” (1985) kötetnek a gondolatvilágáig.

Mindez annyiban tartozik a Festetics Imre (újra)felfedezésének a történetéhez, hogy ezeknek a köteteknek

az ismeretében mertem Szabó T. Attilát 1987-ben beajánlani a szombathelyi „Bezsenyi Dániel Tanárképző Főiskola” Biológiai Tanszékére a genetika és evolúció oktatására Izsák Jánosnak, az ott alakuló tanszék első vezetőjének. Ez az ajánlás vezetett aztán – Szabó T. Attila korábbi bornói (brünni) kapcsolatainak jóvoltából – 1988/89-ben Festetics Imre és a „Természet Genetikai Törvényei” újrafelfedezéséhez.

Hogy mi is történt valójában Kőszeg környékén és Bornóban (Brünn, Brno) az 1810-es években, arra a *Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és Webinárium* több oldalról is rávilágított. Érdemes elolvasni a versenyfelhívást, átböngészni a versenyzőknek ajánlott irodalmat, átolvasni a pályamunkákat, megnézni a bemutatókat, v.ö. <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200.szg>.

Itt most inkább a genetika időszerűségére utalnék röviden. A 2019-es év fordulója élesen rávilágított arra, hogy a Bioszféraunkat valójában az anyagtalan információ uralja: az a genetikai információ, mely a földi életet irányítja. Ennek az információtömegnek a része a SARS COV-2 vírus, a COVID-19-es világ-riadalmat okozó parányi génállománya is. Az atmo-, hidro- és litoszféra Naprendszerünk bolygói így vagy úgy létezik. Földünkön azonban létezik egy „információs szféra” is, egy **Genoszféra (genosphere)**, melynek magunk is termékei vagyunk. Egy szféra, melynek felismerésével és megértésével éppen úgy adós még a tudomány, mint most 200 éve a genetikával volt.

. *A jelen kötet fentebb idézett szerkesztője hívta fel erre most a figyelmemet. A földi szférák zenéjének (geo-, atmo-, hidro-, bio-, nooszféra) kiegészítése a genoszférával egy valóban izgalmas kihívás és egyben ígéretes vitatéma. Hatalmas az adósságunk ennek kutatásában annak ellenére, hogy manapság*

*a DNS szekvenálás már rutin munkának számít. Az igazi feladat ott kezdődik, amikor például egy érintetlen trópusi esőerdő milliós fajszámának csodálatosan együttműködő hálózatrendszerét, információ-, energia- és anyagforgalmát akarjuk megérteni, s ennek az egyes fajokon belüli genetikai variációját értelmezni a táplálékhálózat kiépülésében és „küzdőképességében”, rezilienciájában.*

*Erre valószínűleg soha nem kerülhet már sor a Földön globálisan folyó genetikai információtörlés miatt (lásd pl. az Amazonas-medencéjében folyó erdőirtást). De vannak ígéretes fejlemények is, különösen a genetikai információ digitális feldolgozása és a hálózattudomány fejlődése, illetve a kettő összekapcsolódása terén.*

*Biztosan sokat kell – és lehet – még tanulni a Természet Bölcsességétől.*

*Budapest, 2020 májusában*

**Vida Gábor**

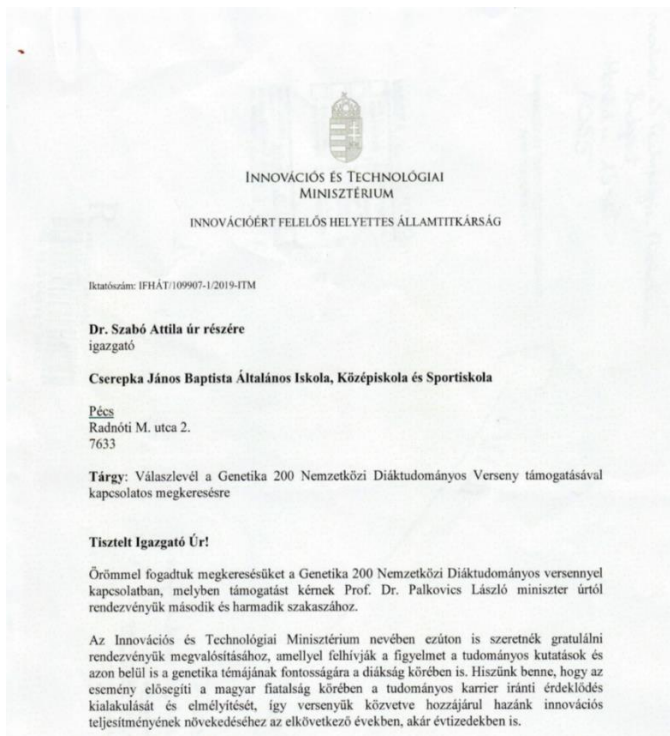
*akadémikus*





## ÜDVÖZLETEK, ÜZENETEK, KÖSZÖNTŐK

### **Gulyás Tibor, az Innovációs és Technológiai Minisztérium Innovációért Felelős Államtitkársága ÜDVÖZLETE**



Budapest, 2019. december 23.

Üdvözlettel:

Gulyás Tibor  
helyettes államtitkár



Postacím: 1440 Budapest, Pf. 1 Telefon: (06 1) 795 5470 Web: [www.kormany.hu](http://www.kormany.hu)

**Dudits Dénes és Veisz Ottó,**  
**az „MTA Festetics Imre Emlékbizottság” országos és**  
**területi elnökeinek üzenete**

A „*GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és Webinárium*” eseményei méltó módon idézték fel Festetics Imre emlékét, aki meghatározó szerepet játszott az öröklődés tudományos alapjainak lefektetésében. A „*diák-tanár csapatok*” szereplői tanúbizonyságot tettek arról, hogy a kiemelkedő tudós egyéniségek még évszázadok múltával is formálhatják a fiatalság szemléletét.

Festetics Imre életműve megtanít minket arra, hogy megfigyeléssel, kísérletezéssel feltárhatjuk azokat a rejtett biológiai folyamatokat, amelyek kontrollálják az élő szervezetek működését, és ezzel az emberi élet feltételeit teremtik meg. Biztosak lehetünk abban, hogy azok a diákok, akik tanári segítséggel elmélyednek Festetics Imre gondolkodásmódjában, kísérletező kíváncsiságában, azok nyitottak lesznek napjaink genetikájának művelésére. Tudatában kell lennünk annak, hogy az élő szervezetek felszínen megjelenő tulajdonságait a DNS molekulákban kódolt genetikai információ döntően meghatározza. Mára már ismerhetjük az élő szervezetek teljes genetikai kódját, a genomok molekuláit, sőt a célzott genomszerkesztési módszerek lehetővé teszik a tervezett beavatkozásokat.

Nagyon fontos azt tudatosítani, hogy ezekkel a lehetőségekkel csak azért élhetünk, mert az előző nemzedékek genetikus nagyjai elindították a törvények megismerését.

## **Baptista Tehetségsegítő Tanács Elnökének**

### **ÜZENETE**

Kedves Versenyzők! Felkészítők! Szervezők!

*„Mert mindenkinek, akinek van, adatik (...)”  
(Máté 25 / 29.)*

A Baptista Tehetségsegítő Tanácsban számunkra kiemelten fontos az új kezdeményezések támogatása, segítése. Különösen az, ha ez az innováció a természettudományokhoz is kapcsolódik. A Genetika-200 online verseny is egy ilyen alkalom volt.

Hisszük, hogy minden gyermek, fiatal, Istentől megáldott, tehetséges és alkotó. A baptista oktatási intézmények elkötelezettek a minőségi oktatás, a kiválóságok kibontakoztatása terén. Fontos számunkra, hogy a ránk bízott fiataloknak minél több lehetőséget, alkalmat biztosítsunk arra, hogy megismerjék önmagukat, felismerjék erősségeiket, formálják személyiségüket. Társak vagyunk abban is, hogy Istentől kapott talentumaikat kibontakoztassák, kamatoztassák.

Meggyőződésem, hogy a versenyzők között többen vannak olyanok, akik kiemelten tehetségesek az élettudományok területén, és ez a tudományos vetélkedő is hozzájárul majd életpályájuk alakulásához. Megerősíti őket abban, hogy hivatásuknak válasszák a kutatást. Azt gondolom, hogy ez mindannyiunk számára kiemelten fontos és ma különösen időszerű is.

További erőssége ennek a Genetika-200 versenynek, hogy itt sem az osztálytermi, sem az országhatárok nem jelentettek akadályt. Együtt dolgozhattak diákok, tanárok, pedagógusok, kutatók, támogatók, határon innen, és túl. A sokszínűségben megfogalmazódó egység, a kölcsönös támogatás és az egymástól tanulás ereje jellemezte ezt a folyamatot.

A Baptista Tehetségsegítő Tanács vezetése nevében tisztelettel köszöntöm Önöket. Megköszönöm azt a teljesítményt, amelyet e nemes vetélkedő alkalmával nyújtottak.

Gratulálok a sikeres munkához, és külön is az elért eredményekhez, helyezésekhez!

Bízom a folytatásban!

**Oros Róza**

*köznevelési szakértő*

Baptista Tehetségsegítő Tanács elnöke

Baptista Pedagógiai Intézet, Budapest

Bajcsy-Zsilinszky út 57

[oros.roza@baptistasegely.hu](mailto:oros.roza@baptistasegely.hu)



## A SZERVEZŐK ÜZENETEI

### PÉCSI GONDOLATOK A GENETIKÁRÓL

az iskolánk által vezetett „GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és Webinárium” alkalmából

Ritka alkalom egy iskola életében, hogy cselekvő részese lehet egy történelmi pillanatnak. Ennek voltunk tanúi Pécsen, amikor 2020. március 12-én Magyarország, Erdély és Kárpátalja 12 városának magyar iskoláit képviselő 15 csapat online „vizsgázott” nálunk a ***Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedőn és Webináriumon (NDTVW)*** genetikából. A pillanat azért tekinthető történelminek, mert egy nappal később a koronavírus járvány szorításában valamennyi magyar iskola áttért az online oktatásra. A Cserepka Iskola, illetőleg a Genetika-200 szervezői és résztvevői büszkén mondhatják, hogy 1 nappal megelőzték egy oktatástörténeti fordulatot.

De más szempontból is történelmi esemény részesei voltunk 2020. március 12-én. Ezekben a napokban tudatosult igazán mindenkinben – nem csak a biológiában, de a gazdasági életében is –, hogy mekkora jelentősége van a genetikai információnak. Egy SARS-COV-2 nevű parányi vírusba rejtett genetikai információ feje tetejére állította az egész Föld gazdaságát. Apró vírusról borult a technoszféra.

Végezetül nekünk, itt a Baptista Szeretetszolgálat által fenntartott Cserepka Iskolában, az is nagyon fontos, hogy egy baptista muzsikusból lett orvosbiológus, Oswald Avery ismerte fel elsőnek, hogy a genetikai információ anyagi hordozói a nukleinsavak. Ez is most tudatosult sokakban.

Ezekkel a gondolatokkal gratulálok a Genetika-200 NDTVW résztvevőinek, a diákokból és tanárokból álló, egymással vetélkedő csapatoknak szerte a Kárpát-medencében és köszönöm Horváth Erika versenyfelelősnek, iskolánk tanárának eredményes szervező munkáját.

**Dr. Szabó Attila, igazgató, Cserepka Iskola, Pécs**

### **Kedves Versenyzők! Tisztelt Szervezők, kedves Barátaim!**

„Mi dolgunk a világon? Küzdeni erőnk szerint a legnemesbékért.” Bár Vörösmarty Mihály gondolata gróf Festetics Imre korszakalkotó cikkének (1819) megjelenése után látta meg a napvilágot, mégis – mint minden tudós munkájában, így Festeticsében is, tudat alatt – ez lehetett a vezérlő elv. Az emberi társadalmak számára a tudományos előrelépés (az alap kutatás) ugyanolyan fontosságú, mint az új ismeretek alkalmazása és hasznosítása.

E gondolat vezérelte a mostani vetélkedő ötletgazdait is. Azzal, hogy mind tágabb körben irányítjuk a középiskolás fiataljaink figyelmét a tudománytörténet, egy új tudomány születése és a magyar elme újabb és újabb kiváló megnyilatkozása irányába, biztos, hogy a legnemesbék eléréséért teszünk lépéseket! Festetics Imre munkásságának megismerésével a tanulók újabb inspirációt kaphatnak a genetika tudományában elért modern eredmények megértésére és a kutatási folyamatokba való bekapcsolódásra. A vetélkedő alkalmat adott Festetics Imre életének, tudományos eredményeinek és a kortársaival folytatott tudományos vitáinak megismerésére. A felkészülés során a versenyzők jobban megismerhették önmagukat és társaikat. A harmadik fordulóra készülvén csiszolhatták előadóképességeiket, ebben a kötetben pedig a közlés írásbeli elkészítésében szerezhettek alapozó gyakorlatot. Bízom abban, hogy az elvégzett sok munka valamennyiünk és az utókor épülését szolgálja majd! Kedves Tanulók, tisztelt Szervezők! Gratulálok az elért eredményekhez Kösze gról, a „Magyar Genetika Szülövárosából”!

**Keszei Balázs** *igazgató, Jurisich Gimnázium, Kösze*

## **Festetics Imre „felfedezése” Bornóban (Brünn, Brno) és Vas- megyében**

**Pozsik Lajos szaktanár**

*a zalaegerszegi „Festetics Imre Programok” vezetője*

Az 1980-as évek második felében a szombathelyi Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Biológia Tanszékén dolgoztam, mint tanársegéd. Egyebek mellett segítettam Dr. Szabó T. Attila professzor úr genetikával kapcsolatos oktató és kutató munkáját.

Egy tanszéki kirándulás során 1988 őszén Bornóban (Brünnben) jártunk, és a professzor úrral felkerestük a Mendel Múzeumot. Vitežlav Orel, a múzeum igazgatója és Szabó T. Attila régi ismerőse hívta fel a figyelmünket Festetics Imrére, amikor megmutatta a Brünnben szerkesztett Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen (Gazdasági Újdonságok és Közlemények) című folyóirat 1819. évi 22. számát. Ez a szám tartalmazza Festetics Imre egyik cikkét, amelyben ír a beltenyésztésről és a „Természet Genetikai Törvényeiről”. Vitežlav Orel és Szabó T. Attila akkor megegyeztek, hogy a felfedezésről a Mendel Múzeum angolul, a szombathelyi csapat magyarul fog beszámolni.

A magyar, illetve a nemzetközi tudománytörténetben Festetics Imre élete és tudományos munkássága ekkor még ismeretlen volt, ezért elkezdtünk kutatni a témában. Szabó professzor úr lefordította németről magyarra Festetics Imre „genetikai” cikkét és talált egy Festetics Imrét ábrázoló festményt, amely a kőszegi Jurisics Miklós Vármúzeum tulajdona volt. Festetics síremlékét Kőszegpatyon a temetőben

én találtam meg, Szombathelyen a levéltárban pedig rábukkantam dédunokája, Chernel István feljegyzésére, amelyben Festetics Imre katonáskodásáról írt.

1989-ben a főiskola genetikát tanuló hallgatóival ismét jártunk Bornóban, átadtuk Orelnek kutatási eredményeinket és Pehi László, a BDTF Videostúdiójának vezetője Szabó T. Attila forgatókönyve alapján elkészítette „A genetika szülőföldjén” című oktató-videót, ami a kibertérben ma is hozzáférhető.

Az első magyar nyelvű közleményünk Festetics Imréről a *Scientific American* című folyóirat magyar kiadásában, a *Tudományban* jelent meg 1989 decemberében. Ez „*A magyar genetika első tudományos emléke*” című írásunk közölte először magyarul – és röviden értelmezte is – Festetics Imre „Beltenyésztésről” című cikkét.

A második cikkünkben, amelyet a *Természet Világa* 1990.2. száma közölt, részletesebb tájékoztatót adtunk Festetics Imre elgondolásairól a beltenyésztéssel és a „Természet Genetikai Törvényeivel” kapcsolatban, illetve írtunk „az elfelejtett szerző” életéről is.

## **Festetics Imre megemlékezések Zalaegerszegen**

**Makovecz Tamás igazgató**

*Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnázium*

Festetics Imre évfordulóihoz kapcsolódva a Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnázium két programot szervezett (<http://www.kolcsey-zeg.hu/festetics/>).



A 2018-19-es tanévben A „genetikus” gróf Festetics Imre és a „Természet Genetikai Törvényei” elnevezésű iskolai program keretében részt vettünk Simaságon az *V. Festetics Imre Emléknapon*, ellátogattunk Brnoba a Mendel Múzeumba és a Mendelianumba, felkerestük a magyar „genetikus” gróf életének jelentős helyszíneit, Simaságot, Kőszegpatyot és Kőszeget. A program során a biológia fakultációs tanulók Festetics Imre életével és munkásságával kapcsolatban tíz dolgozatot készítettek, amelyeket előadások formájában mutattak be iskolánkban.

A programban tevékenykedő két tanuló a 2019. évi pécsi Tudományos Diákköri Konferencián, két tanuló pedig a Csurgón rendezett Középiskolai Tudományos Konferencián szerepelt sikeresen. 2019 őszén kezdetét vette a Festetics Imre Verseny és Emlékkonferencia, ami egy többfordulós program volt. A programra Zala megye hét gimnáziumából jelentkeztek tanulók, ezáltal ők is megismerkedhettek Festetics Imre életével és munkásságával. Mind a két programunk fő anyagi támogatója a Zala Megyei Tankerület Igazgatósága volt.

Most eljutottunk az évforduló középiskolás csúcsrendezvényéig, a *Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő Webináriumáig*. Sikeres szereplést kívánva köszöntjük a konferencia résztvevőit, a versenyző tanulókat, tanáraikat, a zsűrit és a szervezőket!

## A TÁMOGATÓK ÜZENETEI

### **Temesvári gondolatok a GENETIKA-200 kapcsán**

A szerkesztő megtisztelő felkérése elől nem tudok, nem akarok kitérni – de nem tudom a kapott feladatot *ad literam* teljesíteni. Hiszen, ha a GENETIKA-200 kapcsán keletkező gondolataimat írnám le, az nem vinné semmivel sem előre azt az ügyet, amelyet ez a verseny szolgál. Ugyanis bár van emlékező, értékfeltáró és értékidéző dimenziója – ez csak az egyik. Egy középiskolás tudományos csúcsrendezvény mindig a tudományos pályára való felkészítés lényegi eleme, amikor nem csupán a kutatómunkába lehet belekóstolni, de az eredmények bemutatásának fortélyai és nehézségei is megtapasztalhatók. Végül pedig ez esetben az eredmények kikerülnek a helyi és nem csupán helyi nyilvánosság elé, amikor szavazással, pontosabban ennek lehetőségével szólítják meg a szülőket és mindenkit. Jól kigondolt, szép rendezvénysorozat, ilyenkor kell azt mondani: őszinte gratuláció.

A szervezők, feltételezem, más okból szólítottak meg: a temesvári csapat szép eredménye okán.

Próbáljuk megvizsgálni ennek a kontextusát. Az etnikai végekről tudni kell, hogy itt sajátos és embert próbáló is egyben a különböző kihívásokra adott válaszok esetében a prioritások kérdése. Nem vagyok biztos abban, hogy mindenki egyből érti, mire gondolok.

Temesvárott, illetve Temes megyében, tíz éve megszámláltak 15500, illetve 35000 magyart. (Mivel a megyében közel 10000-en nem nyilatkoztak etnikai hovatartozásukról, ezt az adatot a szakemberek vitatják. A helyes adatok alighanem 20 és 40 ezer magyar – hiszen egy román miért ne vállalná etnikai hovatartozását? Itt vegyes házasságokról meg etnikai mimikriáról lehet szó.) Egy ekkora közösség „természetes” etnikai viszonyok között (anyaország, tömbben élő kisebbségi nemzeti közösség) kb. 3 középiskolát és legalább háromszor ennyi általános iskolát „tart el”. A szórványhelyzet azt jelenti, hogy a temesi magyarságnak van egy temesvári magyar líceuma (Bartók Béla Elméleti Líceum), egy fél katolikus líceuma (Gerhardinum Katolikus

Líceum, román és magyar osztályokkal) illetve pár vidéki kis létszámú elemi iskolája.

Ha az iskolák szerepéről és feladatáról szólnak – utalásszerűen: értékteremtés, képességfejlesztés, nevelés, esélyteremtés – akkor világossá válik, hogy az igazi iskola minden téren és minden irányba nyit, lehetőséget teremt a fiatalnak képességei kibontakoztatására. Normális körülmények között ezt nem egyetlen iskola teszi, hanem iskolák közötti munkamegosztás biztosítja: én ezt vállalom, Te azt végzed alapon.

És itt jutunk el a szórványlét alapvető sajátosságához: a beszűkült intézményei rendszerben egyetlen iskolától várjuk el (kellene elvárunk) mindazt, amit máshol egy hálózat biztosít. Ha engem személyesen megkérdeznek, mi az iskola hivatása szórványban, első helyre a helyes énképet, a közösségi-etnikai identitás kialakítását állítom. Ugyanis szórványban az etnikai fogyás, az asszimiláció ritmusa olykor kétszerese az általános kisebbségi fogyásnak. (Székelyföldön 2002 és 2011 között, a népszámlálási adatok szerint lényegében nem volt asszimiláció.) A Bánság déli részén három évtized alatt azonban gyakorlatilag eltűnt a magyarság; a nyelvhatár Temesvár közelébe húzódott fel. Itt tehát az etnikai megmaradás a tét.

Ebben a helyzetben kell értékelni a temesvári diákok és tanáruk teljesítményét. Mert, csak jelzésként, hadd említsem meg, ebben a líceumban 200-nál is többen táncolják a hiteles magyar népi táncot. Citeracsoport több is van, jeles énekest is adott az iskola a közösségnek. És van itt diáklap, iskolarádió és színjátszó csoport és még mindenféle tehetséggondozó kör. Mert nyújtani kell minden téren.

Hát ezt kell figyelembe venni akkor, ha a romániai magyar nyelvhatáron (a temesvárinál délebbre csak a bukaresti magyar líceum említhető, de az más történet) működő iskolák teljesítményét szeretnénk értékelni. Ennek tudatában gratulálok a tanulóknak és tanároknak egyaránt. Mert bizonyították, lehet, ilyen körülmények között is.

Ma is, holnap is...

*Temesvár, 2020. 05. 18.*

**Bodó Barna** *Prof. dr. habil.*

## Kőszegen ringott a magyar genetika bölcsője

Egy elfeledett, majd 30 éve újra felfedezett magyar arisztokrata állatnemesítő kezdeményező szerepet játszott a jelenkor egyik „legforróbb” tudományterületének, a genetikának a történetében.

Harminc évvel ezelőtt, a *Természet Világa* – *Természettudományi Közlöny* 121. évfolyamának elején megjelent egy tanulmány *A magyar genetika születése: Festetics Imre elgondolásai a beltenyésztésről és a „természet genetikai törvényeiről” - 1819-ben (Brünn-Brno)*” címmel. Szerzői: Szabó T. Attila és Pozsik Lajos, a szombathelyi tanárképző főiskola akkor induló Biológia Tanszékének tanárai voltak. Egyikük nemrég érkezett oda Kolozsvárról, másikuk a Debreceni Egyetem friss végzettjeként írta a cikket *Festetics Imre* (1764-1847) 225. születésnapja alkalmából, „*A magyar genetika első tudományos emléke*” című tanulmányukkal együtt, mely a *Scientific American* (azóta megszűnt) magyar kiadásában, a Tudományban jelent meg. A két cikk új megvilágításba helyezte a sokakat foglalkoztató kérdést: mivel magyarázható az, hogy a genetikát nem egy természettudós, hanem egy „magányos szerzetes” alapozta meg? A cikk révén megfelelő tudománytörténeti és kronológiai helyére került a genetika történetében a kolostorban borsók keresztezésével foglalkozó *Gregor Mendel* (1822-1884), aki még meg sem született akkor, amikor Festetics, 1819-ben, Brünnben már közölte elgondolásait a biológiai öröklődés genetikai törvényeiről.

De ki is volt ez a Mendelnél is „úttörőbb”, ám mára (mint sajnos sok tudósunkról ez elmondható) méltatlanul elfeledett magyar arisztokrata kutató?

A Festetics család a magyarországi birtokait a XVII. századtól kezdve magyar főúri családokba való beházasodás révén gyarapította. Festetics Imre nagyapja, Festetics Kristóf (1696-1768) szerezte meg házasság révén a család keszthelyi javait. Az ő fia volt Pál (1722-1782), Imre apja. Mindketten jogi

végzettséggel rendelkeztek és a bécsi udvarban magas rangú tisztségviselőkként tevékenykedtek, s ők ketten alapozták meg a természettudományos anyagáról is híres keszthelyi Festetics-könyvtárat. Festetics Imre így már gyermekkorában közvetlen kapcsolatba kerülhetett a tudományokkal.

A keszthelyi birtokon már a XIX. század legelején nagyon tudatos lótenyésztési, nemesítési munka folyt. Ezek tapasztalatairól Festetics Imre minden bizonnyal pontos ismeretekkel rendelkezhetett, hiszen a precízen vezetett dokumentációkban a kancákról több, mint félszáz, a ménokről mintegy harminc jellegzetes adottságuk, testi-tulajdonságuk alapján vezettek tenyészkönyvet.

Festetics Imre juhnemesítési kísérleteit Kőszeg környékén (elsősorban Kőszegpatyon) végezte. Gyakorlati tapasztalatait összegző tanulmánya a kor egyik mezőgazdasági központjának számító Brünnben – Mendel későbbi tudományos munkásságának a színhelyén – jelent meg. Érdekesség, hogy a tanulmányát publikáló brünni/prágai *Gazdasági Újdonságok és Közlemények* című folyóirat 1808 és 1820 között megjelenő évfolyamainak alig van olyan száma, amelynek ne volna valamilyen magyar vonatkozása. A tanulmánynak a genetika szempontjából a legfontosabb, már az akkori brünni szerkesztő által is külön kiemelt tétele így szól: *„A beltenyésztésnél feltétel marad a törzsállatok lehető leggondosabb kiválasztása. Csak azok jótékony hatásúak a beltenyésztésben, amelyek döntő mértékben hordozzák a szükséges tulajdonságokat. (...) Mert amikor én az állatoknál egy adott tulajdonságot akarok megtartani, az utódokban tovább örökíteni és állandósítani, akkor ajánlatos a gondosan vezetett beltenyésztés.”*

Nem mellékesen Festetics ebben a cikkében már megfogalmazta Mendel második törvényének a lényegét is: *„A nagyszülők azon tulajdonságai, melyek különböznek utódaik tulajdonságaitól, ismét megjelennek a következő nemzedékben”*

Festetics Imre magát a gyakorlat emberének tekintette, de olyannak, aki a gondosan, azaz elméletileg is megtervezett nemesítést tartotta elsődlegesnek, Olyannak, aki a tudatos, ellenőrzött, ám ezért a kelletténél esetleg szűkebbre szabott nemesítési kör buktatóit is felmérte: szigorúan szelektált „*hogy elkerüljük annak a veszélyét, hogy a szervezet legyengülése a beltenyésztés szükségszerű következménye legyen.*”

Cikkének a magyar népi állattartásból, a gulyások, csikósok, juhászok gyakorlatából vett példái alapján állíthatjuk, hogy Festetics számára nyilvánvaló volt a természetes és mesterséges kiválogatás szerepe a háziállatok és termesztett növények jellegeinek megőrzésében vagy megváltoztatásában. Ha Darwin ismerte volna Festetics Imre munkásságát, bizonyára hivatkozott volna rá.

Adódik a kérdés: hogyan merülhetett feledésbe egy ilyen fontos közlemény a genetika tudományának történetében? Valószínűleg Gregor Mendel 1865-ös, a borsók keresztezéséről tartott, híres brünni előadásában keresendő az egyik ok. Az Ágoston-rendi szerzetes és tudós akkor bizonyította a nagyközönség előtt, hogy a növényi öröklés diszkrét anyagi részecskék, (mai szóhasználattal: gének) öröklődése révén hat, s ezek a gének egyediségüket megőrizve a következő, hibrid nemzedékekben az általuk meghatározott tulajdonságok révén ismét megnyilvánulhatnak.

Valószínűsíthető, de egyértelműen nem bizonyítható, hogy Mendel ismerte Festetics Imre elgondolásait; ugyanis aligha feltételezhető, hogy ne olvasta volna alaposan át a saját városában, tehát közvetlen környezetében nyilván hozzáférhető szakirodalmat. Ám az előadása alapján írt 1866-os és 1870-es, a növényhibridekről szóló klasszikus közleményeiben csak olyan elődökre hivatkozik, akik maguk is végeztek növénykísérleteket. Festetics Imre viszont *állatnemesítő* volt, ráadásul gyakorlati szakember. De hogy valójában miért nem hivatkozott Mendel

Festetics Imrére, az csak most Poczai Péter 2019-ben megjelent „*A Festetics-rejtély*” című könyve nyomán kezd derengeni.

Mendel jelentőségének a felfedezésére 35 évet kellett várni. Festetics Imre szerepét viszont a genetika tudományában 170 év elmúltával kezdték elismerni – idézi fel *Horváth Erika* tanár, aki versenyfelelősként tevékenykedik a két századdal ezelőtti magyar eredmény népszerűsítéséért (részletek itt: <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200.szg>).

Ugyanezért szervezett 2019/2020-ban a Magyar Tudományos Akadémia angol és magyar nyelvű rendezvényeket a magyar Genetika-200. évfordulója tiszteletére, ezért hirdettek 2019-ben „Festetics Imre 200” versenyt és emléktúrát zalai diákok számára, és ezért szervezte meg Horváth tanárnő a pécsi Cserepka Iskola, a kőszegi Jurisics Gimnázium és a zalaegerszegi Kölcsény Gimnázium együttműködésében, a balatonfüredi BioDatLab tudományos irányítása alatt a közelmúltban zárult GENETIKA-200 webináriumot. Ez utóbbi Diák-Tudományos konferencián, 2020 márciusban Magyarország, Románia és Ukrajna 12 városának magyar iskoláit képviselő 15 csapat online mutathatta be a tudását genetikából – egy nappal a magyar digitális oktatás kényszerűen kötelező bevezetése előtt. A verseny anyaga olvasható ebben a kiadványban. Festetics Imrének egy olyan tudományterületen van úttörő szerepe és vitathatatlan elsőbbsége, mely sok tekintetben meghatározta múltunkat, formálja jelenünket és befolyásolja jövőnket is. Kevés olyan tudományterület indult magyar kezdeményezésére, mely ismertebb – és éppen most időszerűbb is – volna világszerte, mint a genetika.

**Gózon Ákos, főszerkesztő**

*Élet és Tudomány, Természet Világa. Az első megjelenés helye:  
Mandiner, 2020 június <https://mandiner.hu/> Meta Tudomány*

## **Szlovákiai gondolatok a GENETIKA-200 kapcsán**

*Komáromból (Komarno) a Selye János Egyetemről köszöntöm a versenyzőket, a felkészítő tanárokat és a szervezőket, valamint a GENETIKA-200 Spiritus Rectorát Szabó T. Attilát, aki lelkesedésével és elhivatottságával beszervezte az egész Kárpát-medencét, sok-sok hívet szereztve a hóvirágoknak, a genetikatörténet magyar kutatóinak, a biológiának és a tudománynak egyaránt.*

*Örömmel támogatjuk mostani javaslatát, hogy a Föld Napját (ápr. 22.) és a DNS Napját (ápr. 25.) megelőzően minden év április 20. legyen a Magyar Genetika Nemzetközi Napja a Kárpát-medence 8 országában és szerte a világon élő magyar genetikusok számára. Fáradhatatlan munkája jelképes jutalmául álljon itt ez a tőle kapott „klímakutató” ELVIRA hóvirág, amelyik mindig elsőként szokott mosolyt csalni a tavaszváró és genetika iránt érdeklődő komáromi diákok és tanárok arcára.*

*Dr. habil. PaedDr. **Nagy Melinda** PhD.  
dékánhelyettes*



*Az „Elvira” Komáromban (SK)*



# BESZÁMOLÓK és ÖSSZEFOGLALÓK

## A GENETIKA-200 WEBINÁRIUMHOZ

***Kedves Tér-Tanárok és Tér-Tanulók!***

***Tisztelt Tér-Találkozó!***

Felemelő érzés azt tudni, hogy a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedőhöz intézett üdvözlétemet most éppen az a régi barát – Pozsik Lajos – olvassa fel, aki cselekvő részese volt Festetics Imre újrafelfedezésének.

Szinte napra pontosan 30 esztendeje, 1990 februárjának utolsó napjaiban jelent meg a *Természet Világában*, a Természettudományi Közlöny 121. évfolyamában közös cikkünk, amelynek címe „*A magyar genetika születése: Festetics Imre elgondolásai a beltenyésztésről és „a természet genetikai törvényeiről” – 1819-ben (Brünn-Brno)*” volt. Megjegyzendő, hogy három hónappal korábban, ugyancsak közös cikkünkben közzétük először a *Tudományban – a Scientific American* akkor még élő magyar kiadásában – Festetics Imre német nyelvű cikkének magyar fordítását a „*Beltenyésztésről*” (*Über Inzucht*), melyben tételesen is közli felismerését „a természet genetikai törvényeiről”. Megállapítja, hogy ezek egy új tudomány törvényei is egyben ... és nem feledkezik meg a genetikai törvények kapcsolatáról a szelekcióval, a mesterséges és természetes kiválogatással. Ebben az értelemben Festetics Imre nem csak Gregor Mendel, de Charles Darwin magyar előfutárának is tekinthető.

Festetics Imrének egy olyan tudományterületen van úttörő szerepe és vitathatatlan elsőbbsége, mely sok tekintetben meghatározta múltunkat, formálja jelenünket és befolyásolja jövőnket is. Kevés olyan tudományterület indult magyar kezdeményezésére, mely ismertebb volna világszerte, mint a genetika. *Ne feledjük: a koronavírus-fenyegetést is csak genetikai eszközökkel lehet majd végül megfékezni.*

Külön öröm számomra, hogy a mai megemlékezés résztvevői kiválóan ötvözik a múlt hagyományait a jövő kilátásaival. Bizonyosság erre most éppen az, hogy a webinárium műfaját még az *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* – az Egyesült Államok vezető tudományos társasága – is csak az elmúlt években kezdte rendszeresen használni. És az EU is csak a napokban vezette be a saját rendszerébe ... a vezető politikusok számára.

Az, hogy ezt a műfajt éppen a legjobb pillanatban három „vidéki” magyar iskola – Kőszeg, Pécs és Zalaegerszeg – együttműködése honosította meg a magyar nyelvterületen, egy olyan teljesítmény, ami nem kerülhetné el az erre illetékesek figyelmét. A webinárium témájáról már nem is beszélve. Ezért is külön üdvözlendő a Baptista Szeretetszolgálat Mendelt is idéző egyházi és az Innovációs és Technológiai Minisztérium jövőnkbe tekintő világi képviselte ezen a webináriumon. Mert ez a webinárium Innováció is és Technológia is ... a javából.

Ennek jegyében kívánok eredményes munkát, jó előadásokat és sok-sok további sikert Minden Kedves Vetélkedőnek és Résztvevőnek.

**Dr. Szabó T. Attila**, DSc. biol., prof.habil.r.

*BioDatLab, Balatonfüred 2020. 03. 11:09.52.*

## **A GENETIKA-200 WEBINÁRIUMRÓL**

***Tisztelt Tér-Találkozó!***

***Kedves Tér-Tanárok és Tanulók!***

Olyan sok Támogatót, Résztvevőt, Előadót, Vendéget kellene köszöntenem, mint „versenyfelelős”, hogy inkább webes megértésüket kérem a tömör megszólításért, és arról szólnék bővebben, hogy mit is ünneplünk ma itt, a Világhálón. Először is tisztázzuk a fogalmakat.

**Az átöröklés (öröklődés, *heredity*)** egy rejtélyes természeti jelenségre vonatkozó ősi emberi tapasztalat neve. Csak annyit jelent, hogy: hasonlóból hasonló lesz. A rejtély az, hogy miért van ez és hogyan? Egészen 1820-ig azt hitték, hogy ezért a vér a felelős. Ezt a tévhitet őrizik nyelvünkben a véren keresztüli öröklődésre utaló testvér, vérrokon, vérkeveredés, vérfertőzés stb. szavak.

**Az örökléstan (*genetika, genetics*)** akkor született meg, amikor ezt a tévhitet tudományos érvekkel valaki megcáfolta. Mikor és ki cáfolt először?

Egészen 1989-ig minden tankönyvben az állt, hogy a genetika „szülőatyja” a német-morva Gregor Mendel, aki még nem beszélt „genetikáról”. Keresztapának William Batesont ismertük el. Mendel híres borsó-kísérleteit 1865-ben közölte, de 1900-ig nem figyeltek rá. Bateson volt az, aki angolul részletesen ismertette Mendel eredményeit – 1904-ben elutazott Brünnebe is – majd 1905 tavaszán javasolta, hogy az új tudomány neve a heredity helyett a genetics, azaz genetika legyen.

De ha Mendel 155 éve alapozta meg, Bateson pedig 115 éve nevezte meg a genetikát, akkor a mi webináriumnak miért GENETIKA-200 a neve?

Ennek hosszú története volna, és a történet még a rendszerváltáshoz is kötődik. Lényege, hogy éppen három évtizede kezdett genetikát tanítani Szombathelyen egy kolozsvári biológus, Dr. Szabó T. Attila. Ő és tanársegéde, Pozsik Lajos vitték tanulmányi kirándulásra első „genetikus hallgatóikat” a brünni Mendel Múzeumba és ezen a kiránduláson kerültek elő olyan dokumentumok, mi szerint már 1819-ben, tehát három évvel Mendel születése előtt, egy kőszegi magyar gróf, Festetics Imre egy *öröklődésről szóló* vitát lezáró cikkben már a mai értelemben adott genetika(i) nevet ennek az új tudománynak. Nem másutt, hanem éppen Mendel városában, Brünnben. Most ennek a magyar tudományos elsőbbségnek a 200. – és újrafelfedezésének a 30. – évfordulóját ünnepeljük.

Mendel jelentőségének a felfedezésére csak 35 évet kellett várni, Festetics Imre elsőbbségét viszont a genetika tudományának megnevezésében csak 170 év elmúltával kezdik elismerni. Ennek az elismertetésnek még az elején tartunk, de a tényekkel nehéz vitatkozni. Viszont a tévhitek is makacs dolgok. Ráadásul két olyan „nemzeti büszkeséget” is sért ez a magyar prioritás, mint a német és az angol. Ez érzékelhető volt Bécsben 2016-ban a 150 éves Mendel-évfordulón, de még 2019-ben, a Magyar Tudományos Akadémia évfordulós rendezvényein is.

Ami most igazán fontos, az a következő nemzedék. A tévhitek hirdetői kihálnak, ha az oktatás figyel a tényekre. Ezért szervezett 2019/2020-ban a Magyar Tudományos Akadémia angol és magyar nyelvű rendezvényeket a magyar Genetika-200. évfordulója tiszteletére, Pozsik Lajos „Festetics Imre-200” versenyt és emléktúrát a zalai diákok számára, és ezért

szerveztük meg a pécsi Cserepka Iskola, a kőszegi Jurisics Gimnázium és a zalaegerszegi Kölcsey Gimnázium együttműködésében, a balatonfüredi BioDatLab tudományos irányítása alatt a most megrendezett GENETIKA-200 webináriumot.

Ez a rendezvény tehát a magyar „genetika” prioritásnak a közismertté tételére irányul. Szerencsénk volt, mert a szervezésében részt vállaltak a Festetics Imre elsőbbségét magyarul először ismertető szakemberek, Dr. Szabó T. Attila és Pozsik Lajos, valamint a prioritás nemzetközi elismertetését angolul felvállaló Dr. Poczai Péter (Helsinki Egyetem), akinek tavaly könyve is megjelent a témában. <https://cutt.ly/fekac09>

Versenyünk bíráló bizottságában ott találjuk Dr. Seregi János professzort is, aki immár az ötödik Festetics Imre Emléknapot szervezi Simaságon, Festetics Imre szülőfalujában.

Ennek a rendezvénynek a hivatalos neve „**GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny/Vetélkedő**”. A formája viszont webinárium. A „webinárium” egy annyira új formája a tudományos együttműködésnek, hogy még magyar neve sincs. Talán *Világhálós Munkaértekezletnek ViMért*-nek lehetne tréfásan nevezni, de én itt – Szabó T. Attila nyomán – most inkább Tér-Találkozónak, anyagát **TérTanTár**ának (*TTT, tétété*) résztvevőit pedig **Tér-Tanároknak** és **Tér-Tanulóknak** nevezném. A TérTárban folyó tanítás/tanulás olcsó, kényelmes, hatékony, térben és időben is szabad. És itt a tér és időbeli szabadság talán a legfontosabb, hiszen a szabad ismétlés minden tudás anyja. *Repetitio est mater studiorum*.

Amikor az eseményt meghirdettük, még hagyományos és költséges konferenciában gondolkodtunk. Aztán a remélt

támogatások nem érkeztek meg és maradt a kényszermegoldásnak látszó webinárium. Akkor nem is sejtettük, hogy rövidesen mennyire korszerűek leszünk ... tavaly még híre sem volt a koronavírusnak. Ma már a Magyar Tudományos Akadémia, sőt az Európai Parlament is világhálós konferenciákban, webináriumokban gondolkodik, ilyeneket rendez. Cseppfertőzés kizárva. Az előadások valós időben, de később a YOUTUBE-on bármikor és bárhol megnézhetők. A „Cserepka Iskola” felvállalta az informatikai háttérrel, az emlékérmék és diplomák készítését, a BioDatLab és a szervezők gondoskodtak a különdíjakról.

Megjegyezném, hogy nem ez az első webinárium, amit a Cserepka Iskola szervez. Tavaly sikeresen lezajlott a „*Galanthus Global Warming Project*” (A hóvirágok és a globális felmelegedés) első munkatalálkozója Budapesten az ELTE Fűvészkertjében, illetve ennek a Webináriumának három iskolája (a pécsi Cserepka Iskola, Miroslav Krleža Iskolaközpont és a szombathelyi Kanizsai Dorottya Gimnázium) tanulójának részvételével.

Izgalmas kérdés, hogy miben nemzetközi ez a webinárium? Abban az, hogy Magyarországon kívül minden olyan országban meg lett hirdetve (elvileg), ahol magyar diákok élnek Helsinkitől Rómáig és Kölnytől Bukarestig. De részt vesznek benne magyarországi román, horvát stb. diákok is. Sajnos tapasztalatlanságunk, az anyagiak teljes hiánya, és egyéb okok miatt csak a BioDatLab kapcsolati hálójából, illetve a Baptista Szeretetszolgálat mozgósításában jelentkezett a vetélkedőre három országból (HU, RO, UA) 64 csapat (néhányan csak a jelentkezésig jutottak), de így is diákok százainak, tanárok tucatjainak a munkája van a mai esemény mögött.

Végezetül miért írtuk így, hogy Diák-Tudományos nagy D és T betűkkel? Azért, mert ezek az előadások kivétel nélkül 1-3 diák (első szerző/k és előadók) valamint 1-2 vezetőtanár (utolsó szerző/k) „tudományos értékű” munkái. Önálló anyaggyűjtés, komoly dokumentáció alapján készültek, és ebben a formában eredetiek is. Itt a diák és a tanár már egyenjogú, bár még nem egyenrangú társszerzők. Az eredmények színvonala a tanár felelőssége, de a bemutatás sikeressége már a diák tehetségétől függ.

Hogy egy kicsit haza is beszéljek: „csapatunk” a genetikai információt hordozó anyag, a DNS szerepét elsőként felismerő baptista tudós, Oswald Avery tudományos pályáját mutatja be a Genetika-200 webináriumon. Ez nemhogy magyarul, de angolul is újdonságnak számít ebben műfajban. De hasonló újdonságok vannak minden előadásban. Tessék csak végighallgatni a programot. És tessék majd elolvasni a GENETIKA-200 tervezett kiadványát, amelyben – reményeink szerint – majd azok az előadások is olvashatók lesznek, amelyek ilyen, vagy olyan okból nem kerültek a mai 12 előadás közé.

Végezetül ismét szeretném Mindenkinek, és kiemelten a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő spiritus rectorának, Dr. Szabó T. Attilának megköszönni az anyagi támogatást és a szellemi segítséget.

Érdekes előadásokat, eredményes szereplést, hasznos virtuális együttlétet, jó szórakozást kívánok!

*Pécs, 2020. 03. 12,*

***Horváth Erika,***

*versenyfelelős tanár*

## **A digitális (online) oktatás egy új formája, a webinárium (tantértár)**

***a „Genetika-200-Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny  
(G200-NDTV)” tapasztalatainak fényében***

**HORVÁTH Erika**, Cserepka Iskola, Pécs; **KESZEI Balázs**,  
Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg; **POZSIK Lajos**, Kölcsey  
Ferenc Gimnázium, Zalaegerszeg

### ***Összefoglaló***

Horváth E., Keszei B., Pozsik L., 2020, *A digitális (online) oktatás egy új formája, a webinárium (tantértár) – a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen (G200-NDTV)” tapasztalatainak fényében*. In: Kaleidoscope; <http://kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=551>

A 2020-as év határkönek ígérkezik a magyar, de az egyetemes oktatástörténetben is: a COVID-19 nevű világjárvány miatt 2020. március 13-án a magyar közoktatás kénytelen volt egy kormányrendelet nyomán áttérni a tantermi oktatásról a tantermen kívüli, digitális (online) oktatásra. A véletlen úgy hozta, hogy a pécsi Cserepka Iskola által koordinált „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV)” harmadik online fordulója éppen egy nappal korábban, 2020 március 12-én zárult egy számos tapasztalattal járó és sajátosan új online oktatási formával – a Webináriummal. Az itt következő anyag a „G200-NDTV Webinárium” során szerzett tapasztalatokat kívánja közkinccsé tenni.

**Kulcsszavak:** webinárium, digitális (online) oktatás, a természet genetikai törvényei, Festetics Imre



## ***Abstract***

Horváth E., Keszei B., Pozsik L., 2020, *A new form of the digital (online) teaching – the Webinar – in the light of the „Genetics-200 International Scientific Student Competition*. In: Kaleidoscope;  
<http://kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=551>

In order to prevent the disastrous consequences of the COVID-19 pandemics, the Hungarian public education was forced suddenly (on 13th March 2020) by law to shift from classroom education to digital (online) teaching. The year 2020 remains, accordingly, a landmark in the history of Hungarian (and not just in the Hungarian) public education.

Chance brought the coincidence: just a day before, on 12<sup>th</sup> March the third online round of the GENETICS-200 International Scientific Student Competition was closed by a new form of online teaching: the **Webinar Genetics-200**, celebrating also the 200<sup>th</sup> anniversary of the first publication of the Genetic Laws of Nature (Festetics 1819).

The paper summarise the experience and some of the conclusions of this webinar.

**Keywords:** webinar, digital (online) teaching, the genetic laws of nature, Emmerich Festetics

## **Mit tett velünk a véletlen?**

A 2020-as év határkőnek ígérkezik a magyar, de az egyetemes oktatástörténetben is: a COVID-19 nevű világjárvány miatt 2020. március 13-án a magyar közoktatás kénytelen volt egy kormányrendelet nyomán áttérni a tantermi oktatásról a

tantermen kívüli, digitális oktatásra.  
(<https://hu.wikipedia.org/wiki/COVID%E2%80%939319-pand%C3%A9mia>)

A véletlen úgy hozta, hogy a pécsi Cserepka Iskola által koordinált „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV)” harmadik online fordulója éppen egy nappal korábban, 2020 március 12-én zárult egy számos tapasztalattal járó és sajátosan új online oktatási formával – a Webináriummal. Az itt következő anyag a „G200-NDTV Webinárium” során szerzett tapasztalatokat kívánja közkinccsé tenni.

A genetika a földi élet központi tudománya és kialakulása az egyetemes tudomány fejlődésének fontos mérföldköve. 1819-1820-ban írta meg a katonaként, gazdaságsszervezőként és tudósként is tevékeny **Festetics Imre** (1764-1847) – minden bizonnyal kőszegi birtokán – azokat a cikkeket, melyekben az egyetemes tudomány történetében először nevezte meg a „*Természet Genetikai Törvényeit*”, felismerte ennek a tudománynak az önállóságát és „teremtő” jelentőségét a növények, állatok és az ember életében. Ezek a cikkek Prágában jelentek meg németül egy Brnóban (Brünn) (korabeli magyar nevén Bornó) a beltenyésztésről (*Inzucht*) indított vita lezárásaként, egy emberöltővel Mendel előtt (Festetics E. 1819a., 1819b, 1819c, 1820a, 1820b. 1822). Bornóban a vita központi kérdése az volt, hogy „*Mi öröklődik és hogyan?*”, különös tekintettel a szerzett tulajdonságok öröklődésére. Ennek a vitának volt egy fontos leágazása: a beltenyésztésről szóló vita. Ezt a vitát zárták le Festetics Imre korszakalkotó felismerései – főként a „*Természet Genetikai Törvényei*” – melyek a maguk korában is nagy hatásúak voltak a szűkebb tudóstársadalomra, de jelentőségük mai világunkban még nyilvánvalóbb.

Ma a genetikai tudás már képes (többek között) a gének tervezett módosítására – testközelségre hozva a Festetics-kortárs Madách Imre (1823-1864) kultúrtörténeti értékű jóslatát: „*Az ember ezt, ha egykor ellesi, / Vegykonyhájában szintén megteszi. / Te nagy konyhádba helyzed embered, /S elnézed néki, hogy kontárkodik, Kotyvaszt s magát Istennek képzei.*”  
<http://mek.oszk.hu/00900/00914/html/madach1.htm>

### **Mi történt 30 év alatt Festetics Imre örökségével?**

1989-1990-ben a brnói Mendel Múzeum és a szombathelyi Főiskola munkatársai jelentették meg az első közleményeket angolul (USA) és magyarul Festetics Imre korszaknyitó felismeréséről, és ezzel indult meg az idevágó közlemények sora (Orel 1989, Szabó és Pozsik 1989, 1990; Fári 2004; Fári és mts. 2006; Poczai és mts. 2014; Brem 2015, 2017; Seregi 2015-2019; Szabó T. 1997, 2010, 2016).

2016 márciusában Bécsben ünnepelte meg a német *Akademia Leopoldina* – nagy nemzetközi konferencia keretében – a *Mendeli Törvények Felfedezésének 150. évfordulóját*, melyen a Mendel munkásságát előkészítő Festetics Imréről is megemlékezett (Brem 2017, Szabó 2017).

2019-ben ünnepelte a magyar tudomány és oktatás – elsősorban Kolozsváron, Kőszegen, Zalaegerszegen, Martonvásáron és Budapesten – Festetics Imrét és a „*Természet Genetikai Törvényei*” első felismerésének 200. évfordulóját. A kolozsvári megemlékezést a Festetics-kortárs Bolyai János neve, a kőszegi rendezvényt a *genius loci*, a zalaegerszegit a jövőbe tekintő jellege, a budapestit („*Imre Festetics and The Genetic Laws of Nature*”) nemzetközisége, ezt és a martonvásárit is a Magyar Tudományos Akadémia égisze tette jelentőssé (Dudits

és mts. 2019; Poczai 2019; Pozsik és mts. 2019; Szabó 2018; Szathmáry 2019; Veisz és mts. 2019). A nemzetközi emlékezésnek a *Journal of Genetics* adott teret (Szabó és Poczai 2019).

### **A Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyről**

Az akadémiai ünnepségek lezárásaként a 2019/2020-as tanévben három magyarországi iskola (Kölcsey Ferenc Gimnázium Zalaegerszeg – mint kezdeményező; a Cserepka Iskola Pécs – mint szervező; és a Jurisich Miklós Gimnázium Kőszeg – mint a Genetika Szülőföldjének képviselője), „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny*”-t (*G200-NDTV*)” hirdetett a magyar nyelvterület diákjai és tanárai számára. A részvétel díjmentes volt. A magyar nyelven szervezett versenyre 2019 november 1-ig jelentkezhettek be 1-2 diákból és vezető tanárukból álló csapatok. A három fordulás versenyre 64 csapat jelentkezett Magyarországról, Romániából és Ukrajnából, de többen érdeklődtek a határokon belülről és kívülről is olyanok, akik végül nem neveztek be.

A verseny meghirdetése is csak online módban történt.

A pécsi Cserepka Iskola által koordinált és a balatonfüredi Biológiai Adatbázislabor tudományos irányításával folyó GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny döntőjére eredetileg hagyományos formában, Budapesten került volna sor 2020 tavaszán. Azonban anyagi támogatás hiányában végül a verseny mindhárom fordulójára online került sor, és a döntő is a legkorszerűbb formában – Webináriumként – zajlott.

Ennek a Webináriumnak akár oktatástörténeti határjelző szerepet is tulajdoníthatunk, mert pontosan *egy (azaz 1) nappal előbb vezette be a digitális oktatást* a Kárpát-medence sok magyar iskolájába, *mint ahogy azt a magyar kormány* (a SARS-CoV-2 vírus okozta COVID-19 világjárvány kényszere miatt) Magyarországon elrendelte volt. Ez a rendelet – és a világszerte meghozott hasonló rendeletek – alapvetően új helyzetet

teremtettek nem csak a magyar, hanem az egyetemes oktatástörténetben is. Érdemes tehát összefoglalni a verseny során szerzett – első és igen korai – tapasztalatokat az online oktatás egy új formájáról, a webináriumról.

### **A G200-NDTV fordulóról**

A „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV)*” első online fordulója 2019-ben két kiemelt kérdéssel foglalkozott: 1. *Mit írt Festetics Imre két évszázada*, 1819-ben a beltenyésztésről és a természet genetikai törvényeiről? 2. *Mit tudunk meg Festetics Imréről* 1989 és 2019 között? (<http://cserepka-janos.baptistaoktatatas.hu/genetika-200-2.-fordulo>) Ebben a fordulóban 60 diák és 19 tanár vett részt 34 csapatban, 16 iskolából, 13 városból (Beregszász, Budapest, Debrecen, Dunaújváros, Kőszeg, Marosvásárhely, Miskolc, Mosonmagyaróvár, Pécs, Szamosújvár, Szeged, Temesvár, Torda) Magyarországról, Romániából és Ukrajnából, de többen érdeklődtek iránta Ausztriából, Horvátországból, Szlovákiából, Szerbiából is). Minden résztvevő csapat oklevélben részesült (<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200.szg>).

A második fordulóba 24 csapat jutott tovább. A meghívott csapatok 2020 márciusában mutatták volna be előadásukat Budapesten a Festetics-palotában, egy általuk választott genetikai témában. A csapatok választhattak Festetics Imréhez kapcsolódó témát, vagy az adott ország, város vagy intézmény hozzájárulásának bemutatását a genetika történetéhez. Témák kereshetők voltak azokból az anyagokból is, melyek 2020.01.10-ig felkerültek a GENETIKA-200 honlapjára <http://cserepka-janos.baptistaoktatatas.hu/genetika-200>; Ugyancsak választható téma volt a Festetics Imrével kapcsolatos 1990 után keletkezett világhálós források egy-egy részletének feldolgozása.

Megkerestük az Innovációs és Technológiai Minisztériumot, hogy támogassa a Genetika-200 NDTV *tervezett utolsó, budapesti fordulóján a csapatok részvételét és legfőbb jutalmát*, a „*GENETIKA-200 FESTETICS IMRE Emléktúrárt*”. 2020. január végén érkezett az Innovációs és Technológiai Minisztérium hivatalos levele, mely nagyra értékelte a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyt, de nem tudta anyagilag támogatni.

### **GENETIKA-200 Webináriumból**

Külső támogatás hiányában nem maradt más megoldás, mint a verseny online formában való lezárása „*GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Webinárium*”-ként. Ennek azonban voltak technikai feltételei is. Sávszélesség: minimálisan 5 Mbps; Technikai háttér: Skype program telepítve, kamera, mikrofon, opcionálisan kivetítő. A beüzemelés és kipróbálás 2020. március 10-én és 11-én 13-15 óra között volt. A döntőt 2020. március 12. 14:00-kor tartottuk. A Webinárium döntőjét megtisztelte jelenlétével Hugyák István, az *Innovációs és Technológiai Minisztérium főosztályvezetője is*.

Ez a Webinárium lehetőséget teremtett, hogy valós időben, egyidőben láthassák, hallják egymást a különböző térben lévő versenyzők. Tanulságos tapasztalat volt, hogy a gördülékeny körkapcsoláshoz szükséges technikai feltételek nagyon különbözőek voltak itthon és külföldön is. Helyenként akadozott a hang/a kép és végül az is kiderült, hogy túlságosan megterhelte a rendszert a sok résztvevő. Ezért a videofelvételek használhatatlanok lettek, így ezeket utólag kellett volna pótolni az előadások végleges bemutatóival együtt, ezek végén a kérdésekre adott feleletekkel és a csapat fényképével és a fényképen szereplők neveivel, hogy az előadók teljesítményét utólag értékelni és online is elérhetővé lehessen tenni.

Fontos utólagos kérdés volt az is, hogy az előadás címében együtt szerepeljenek a tanárok és a diákok és a tanár neve után legyen feltüntetve, hogy ő a csapat vezetőtanára. Ezzel a webináriumunk példát kívánt mutatni a diákok és tanárok tudományos együttműködésére is a világhálón és a kiberkonferencia anyagából tervezett kötetben is.

Az előadásokat a Kroó Norbert akadémikus által vezetett nemzetközi bírálóbizottság értékelte (a neveket lásd a Köszöneteknél), és ezt követte volna az elkészült „szakcikk” bírálata és egy online közönségsvotálás.

*A Webinárium lezárása után egy nappal jelentette be a magyar kormány, hogy a koronavírus világjárvány miatt minden magyarországi iskola bezár, és áttér az oktatás új, online formájára.*

Ez teljesen váratlan, új helyzetet teremtett az iskolákban és olyan terhelést tanárnak, diáknak, ami egyrészt háttérbe szorította magát a GENETIKA-200 versenyt, másrészt előtérbe állította az online oktatás kérdését. Így a verseny lezárása 2020 április 30-ra, az eredményhirdetés május 15-re maradt.

A digitális oktatásra való „idő előtti” átállásra vonatkozó tapasztalatok azonban hasznosak voltak. Ezek a következőkben foglalhatók össze, nagyon röviden:

1. Az iskolák nincsenek ellátva nagykapacitású szerverekkel, és képtelenek voltak a sok egyszerre bejelentkező webinaristát fogadni;
2. A tanulók nem rendelkeznek „standardizált” olcsó és megbízható táblagépekkel, és a csapatok nagyon heterogén „hardware-háttere” volt a második fő oka

az első „digitális oktatás/vizsgáztatás” nehézségeinek;

3. A közel féléves előkészítés ellenére is gondot jelentettek – rendszergazdának, tanárnak, diáknak – a GENETIKA-200 WEBINÁRIUM digitális kihívásai.

**Köszönetek:** Az összeállítás szerzői köszönetet mondanak a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyben és Webináriumon részt vevő csapatok tanárainak és diákjainak az eredményes munkáért; a Cserepka Iskola igazgató-helyettesének **Derdák Mercedesnek** és kommunikációs munkatársának **Ladosné Dobai Johannának** a Webináriumi segítségéért; a Bíráló Bizottság elnökének, Prof. Dr. **Kroó Norbert** akadémikusnak; a Bíráló Bizottság tagjainak, Dr. **Poczai Péternek** (Helsinki), Prof. Dr. **Podani Jánosnak** (Bp), Prof. Dr. **Seregi Jánosnak** (Bp) és Prof. Dr. **Szabó T. Attilának** (Balatonfüred), hogy bírálatukkal és támogatásukkal emelték a verseny színvonalát; a versenyt kezdeményező iskolák és városaik tanügyi előjáróinak a támogatásáért; a Baptista Tehetségsegítő Tanács Elnökének, **Oros Rózának**, aki felkért bennünket ennek a beszámolóknak a megírására; **Háló Gyulának** a Baptista Egyház részéről a buzdításért; **Hugyák Istvánnak** az Innovációs és Technológiai Minisztérium Főosztályvezetőjének szakmai és erkölcsi támogatásáért, végül elsősorban **Szabó T. Attilának**, a Pannon Egyetem ny. professzorának (BioDatLab, Balatonfüred) a szakmai irányításért, ami nélkül ez a cikk – és ez a kötet – sem született volna meg.

Ezt a beszámolót végül a Kaleidoscope folyóirat fogadta be. Köszönet ezért Dr. **Forrai Judit** főszerkesztő asszonynak. Munkánk az erre a forrásra való hivatkozással használható: <http://www.kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=551>.



## Hivatkozások

Bateson W., 1908, *The Methods and Scope of Genetics: An Inaugural Lecture Delivered at 23 October 1908*. <https://www.amazon.com/Methods-Scope-Genetics-Inaugural-Delivered/dp/1141566834>

Brem G., 2015, *Graf Imre Festetics – ein früher Pionier der Tierzucht und Genetik*. In *Kétszázötven év Ságtól Simaságig – 1st Festetics memorial lectures 2nd Dec 2014* (ed. J. Seregi), pp. 69–75. Gyoma Press, Gyomaendrőd.

Brem G., 2017, *150 Jahre Mendelsche Regeln: Vom Erbsenzählen zum Gen-Editieren*. Hrsg. Gottfried Brem [https://www.ebook.de/de/product/29940285/gottfried\\_brem\\_150\\_jahre\\_mendelsche\\_regeln\\_vom\\_erbsenzaehlen\\_zum\\_gen\\_editieren.html](https://www.ebook.de/de/product/29940285/gottfried_brem_150_jahre_mendelsche_regeln_vom_erbsenzaehlen_zum_gen_editieren.html)

Dudits D. és mts., 2019, *Festetics Imre and the Genetic Laws of Nature*. Bicentenáriumi Emlékelőadások a Magyar Tudományos Akadémián 2019 május 9-én. <https://mta.hu/esemenynaptar/2019-05-09-imre-festetics-and-genetic-laws-of-nature-2821>

Fári M. G., 2004, *Gróf Festetics Imre rendhagyó recepció esete: Az első empirikus genetikai törvény Mendel születése előtt*. In: Palló G. (ed.) 2004, *Recepció és kreativitás*. Áron Kiadó, Budapest, 59–92.

Fári M., Kralovánszky U. P., 2006, *Az állattenyésztési genetika hazai felismerése Gregor Mendelt megelőzően. Gróf Festetics Imre születésének 240. évfordulójára. – Inventory of animal genetics in Hungary before Gregor Mendel. 240<sup>th</sup> anniversary of the birth of Graf Imre Festetics*. Állattenyésztés és Takarmányozás 55, 2: 181–191.

Festetics E., 1819a, *Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics*. (Vergleichen Nr. 38., 39. u. 55., 1818). Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 2:9-12.

Festetics E., 1819b, *Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics*. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 3:18-20.

Festetics E., 1819c, *Weitere Erklärung des Herrn Grafen Emmerich Festetics über Inzucht*. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 22:169-170.

Festetics E., 1820a, *Bericht des Herrn Emmerich Festetics als Representanten des Schafzüchter-Vereins im Eisenburger Comitae*. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 4(19):25-27

Festetics E., 1820b, *Äußerung des Herrn Grafen Festetics*. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 15(20):115-119

Festetics E., 1822, *Über einen Aufsatz des Hrn. I. R. in 3ten Hefte des Jahrganges 1821*. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 92:729-731

Orel V., 1989, *Genetic laws published in Brno in 1819*. Proceedings of the Greenwood Genetic Center, South Carolina, 1989, 8: 81–82.

Poczai P., 2019, *A Festetics-rejtély*. IASk, Kőszeg. <https://iask.hu/hu/poczai-peter-a-festetics-rejtely/>

Poczai P., Bell N., Hyvönen J., 2014, *Imre Festetics and the Sheep Breeders' Society of Moravia: Mendel's forgotten 'research network'*. PLoS Biol. **12**, e1001772.

Poczai P., 2019, *Festetics Imre újrafelfedezése: múlt, jelen, jövő*. <https://iask.hu/hu/video/poczai-peter-festetics-imre-ujrafelfedezese-mult-jelen-jovo/>

Pozsik L. és mts., 2019, *Festetics-200 A "genetikus" gróf, Festetics Imre és a "Természet Genetikai Törvényei" projekt*. <http://www.kolcsey-zeg.hu/festetics/>

Seregi J. és mts., (szerk.), 2015, *Kétszázötven év Ságtól Simaságig. Az első simasági Festetics Imre Nap krónikája*. Seregi János kiadása. /Simaság/, pg. 1-80. És a további kötetek 2015-2019 között (az utóbbi munkában).

Szabó T.A., 1997, *Genetic Laws of Nature published by I. Festetics (Brünn, 1819). Antecedents of the Mendelian Revolution (Brünn 1865) in Western Hungary*. 20th International Congress of History of Science, Liege, Belgium. In: Opsomer (szerk.): *Biological and Medical Sciences in Contemporary Period. Sec. 8.5. 1997, 354.*

Szabó T.A., 2010, *Valók gráditsonkénti lépegetése (1818) és a Természet genetikai törvényei (1819). The “Gradualism” of Ch. Bonnet (1818) and the “Genetic Laws of Nature” (Festetics 1819). The emergence of terms genetics, selection and evolution in Hungary.* [kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=42](http://kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=42)

Szabó T.A., 2016, *Korszakos felismerések és tévhitek a genetikában, Festetics Imre és a "genetika" fogalmi fejlődése kapcsán". Epochal forecasts and misbelieves in science of heredity with regard to Imre Festetics and the birth of the genetics,* [http://epa.oszk.hu/02300/02316/00013/pdf/EPA02316\\_kaleidoscope\\_2016\\_13\\_175-188.pdf](http://epa.oszk.hu/02300/02316/00013/pdf/EPA02316_kaleidoscope_2016_13_175-188.pdf)

Szabó T.A., 2018, *A genetika, mint új tudomány, születése Mendel előtt „A természet genetikai törvényei” (Festetics 1819). „Festetics Imre Bicentenáriumi Előadások 2. & 3.” 2. Helsinki \* Balassi Intézet 2018. április 19. 3. Kolozsvár, Bolyai Virtuális Egyetem, 2018. április 24.*

Szabó T.A., Poczai P., 2019, *The emergence of genetics from Festetics’ sheep through Mendel’s peas to Bateson’s chickens.* <https://www.ias.ac.in/describe/article/jgen/098/0063>; . *Journal of Genetics*, vol. 98.

Szabó T.A., Pozsik L., 1989, *A magyar genetika első tudományos emléke. II. Festetics Imre (1819), a beltenyésztésről (A természet genetikai törvényei).* In: *Tudomány*. 1989, 12: 45–47.;

Szabó T.A., Pozsik L., 1990, *A magyar genetika születése: Festetics Imre (1764–1847) elgondolásai a beltenyésztésről és a Természet Genetikai Törvényeiről – 1819-ben (Brünn – Brno). Festetics Imre születésének 225. évfordulójára.* In: *Természet Világa*. (121) 1990, 2: 50–60.

Szathmáry Eö., 2019, *Theoria cum praxi*.  
<https://iask.hu/hu/video/szathmary-eors-theoria-cum-praxi/>

Veisz O. és mts., 2019, *Festetics Imre elfeledett öröksége*,  
<https://tab.mta.hu/veszpremi-teruleti-bizottsag/esemenyek/festetics-imre-elfeledett-oroksege>



## **Az orvosi genetika magyar szaknyelvéről**

### *Gondolatok egy készülő szótár kapcsán*

**Dr. Bősze Péter**, *prof. habil. r.*

*a Magyar Orvosi Nyelv alapító-szerkesztője*

Minden történés korábbi eseményekre épül – vannak gyökerei. Minden ember és emberi közösség a múlt talapzatain áll, ezek a gyökerek tartják és táplálják. A múlt ismerete, ápolása elengedhetetlen; annak elhanyagolása gyökérrágás, gyökérvágás. Csak vergődik az a közösség, amelyiknek gyökereit a nemtörődomség rágja.

A *GENETIKA-200* című vetélkedő a genetika múltjának közös ápolása: tanárok és tanulók együttes szorgoskodása a múlt megismerésére. Emlékeztetés arra, hogy a genetika tudományának önállóságát Festetics Imre ismerte fel először, az örökléstan tudományát ő indította útjára, itt, ahol élünk.

A vetélkedő szervezői előtt ezért megemelem a kalapom.

A tudományos munkálkodás nem öncélú; ez az egész emberiséget szolgálja. A természet genetikai törvényeinek körvonalazásával Festetics Imre is ezért fáradozott.

A tudomány nemzetközi, lévén ez a világ tudósainak együtt gondolkodása. A tudományok nyelve is nemzetközi; nevezeteit is nemzetközi nyelven fogalmazzuk meg, hogy mindenki pontosan értse. A közös nyelv az angol, és ez bizonyára emberöltők távlatában így is marad. Jól van ez így; értjük egymást.

Az emberek közösségekben élnek, ahol ki-ki a saját nyelvét, „anyanyelvét” használja. A közösség a tudományos ismereteket is saját nyelvén fogadja be. A tudományoknak tehát két nyelve van: a nemzetközi nyelv és az anyanyelv.

A közösségek műveltségi színvonalát az emberek tájékozottsága határozza meg, ennek alapja pedig a szakmák, a tudományok megismerése. Mivel a társadalom csak anyanyelvén művelődhet, az anyanyelvű tudományosság megteremtése elemi követelmény. Mi a tudományok magyar nyelvét használjuk, nemzeti társadalmunk magyarul pallérozódik.

Azt mondják a szakemberek: *a magyar nyelv köszöni szépen, jól van*. Tényleg így van ez? A választ az orvosi nyelv oldaláról közelíttem meg. Magyar orvosi nyelvünk nem magyar, hanem keveréknyelv: szakszókészletének, nevezeteinknek 70–80 százaléka idegen, hagyományosan középkori görög–latin. Adódik ez a közel fél évezredig tartó Habsburg-gyarmati sorsunkból. A XVI–XVIII. században a fejlett európai államok egyetemei lecserélték a középkori görög–latint a honi nyelvükre, mert a felvilágosodó társadalom éretté vált az ismeretek befogadására, ez pedig csak a honi nyelven volt lehetséges. A gyarmati Magyarországon ezekben a századokban nem voltak egyetemek, intézmények sem, orvosunk alig volt (ők idegenföldön, latinul szereztek képesítést), és a társadalom műveltsége is alacsonyabb volt, mint a nyugati társadalmaké. Ezért maradt el a görög–latin szakmai nyelv magyarítása, néha még az alapfogalmak magyar nyelvre cserélése is.

Ma az angol terjeszkedik nem is nagyon lopakodva, szinte feltartóztathatatlanul a honi szaknyelvekben, orvosi nyelvünkben is. Sajnos nyelvközösségünk látszólag különösebb fontolgatás nélkül befogadja az angol szaknyelvet, jóformán meg sem kíséri a magyar nevezetek megalkotását.

. Nem tudatosul az emberekben, hogy a szükségtelen idegen szavak folytonos használata, és az idegen szavak tömeges befogadása nagyobb távlatokban nyelvünk feladását jelenti, és – mivel közösség nem létezhet nyelve nélkül – ez egyben a közösségünk önfeladása is. Odajutottunk, hogy nagyon sok angol nevezetnek nincs is magyar megfelelője.

Talán még sincs olyan jól ez a magyar nyelv?

### **Mi is az a „nevezet”?**

Ma a szaknyelvek, tudománynyelvek megújításának korát éljük – ez a magyar értelmiség egyik legnagyobb felelőssége ma. Ezért készül a magyar orvosi értelmező szótár, benne a nevezetek magyar elnevezéseinek magyarázatával.

A magyar „nevezet” egy nemzetközi szakszó pontosan meghatározott magyar megfelelője.

Hol a határ az idegen és a magyar szó között? Ennek a megállapítása végtelenül nehéz. Egyetlen fogódzónk van: csak addig szabad magyarítani, ameddig remélhető, hogy a kortárs vagy a jövő nyelvhasználói befogadják az új magyarított „nevezetet”. A befogadás mindig bizonytalan, de ha nem alkotjuk meg a magyar nevezeteket, szakszavakat, akkor remény sincs a befogadásukra.

Köztudott, hogy a nyelvek szókészletének zöme idegen szavak befogadásából származik. Jövevényszóvá vált ősrégi idegen szavakról már nem is tudjuk, hogy hajdan idegenek voltak.

Nézzük pl. a genetika nevezettárát. Itt van rögvest a *genetika* szó. Hangzásában még sejlik az idegenség, de olyan mélységig vált jövevényszóvá, hogy nem megtartása dőreség lenne. De éppen ez az egyik legjobb példa arra is, hogy

ennyire szükség van a „genetika” (mint nevezet) magyar megfelelőjére – az **örökléstanra**.

Végezetül javaslom, hogy a GENETIKA-200 vetélkedővel kapcsolatos írások, összeállítások egyik sarkalatos pontja legyen a magyar mondat- és szövegszerkesztés szerinti fogalmazás, a magyar nevezetek használata, a szükségtelen idegen szavak kigyomlálása, mellőzése.

Kiváltképpen javaslom, hogy a pályázók mindig egyszerűen, tömören és magyar mondat szerkesztéssel írjanak, és amikor csak lehet használják mindig a magyar szavakat és szakszavakat. Nem is sejtik, hogy mennyivel szebbek, érthetőbbek, szabatosabbak lesznek a mondataik.

Kezdjük rögtön a *webinar* szóval. Szabó T. Attila javasolta a TérTálalkozó vagy a TérTanTár kifejezést (esetleg a három alkotó tetszőleges sorrendjében más-és-más jelentés-árnyalattal is: TTT = Tantártér, Tantértár, Tártértan, Tártantér, Tértantár, Tértártan). Nagyon jó ötlet.

## **A „gén” – mint esettanulmány**

*Mutatvány a szócikkekből*

Most pedig következék itt példaként egyetlen részlet a készülő genetikai „magyarító szótárunkból”, már csak azért is, mert a genetika területén különösen rosszul állunk a magyar szakszavakkal, nevezetekkel.

Ezt a szótárunk első példája is jól mutatja: a gén fogalomra eddig soha senki nem javasolt magyar nevezetet.



**gén** *gene* a DNS-szál egy-egy RNS képzésére elkülönült bázissora (működésegység, unit of function). A bázissor átíródásával elő-mRNS (elsődleges fehérjekódoló géntermék) vagy r(riboszomális)RNS és t(ranszfer)RNS keletkezhet. Tágabb értelemben a gén az egységnyi genetikai üzenet közvetítője, az örökítő-egység. Az emberi sejtmagban lévő DNS hozzávetőleg 100 000 gént tartalmaz.

**alapgén**\* *consensus gene* a gén általánosan elfogadott alapformája; ehhez viszonyítjuk a gén többi válfaját. A kutatott népeességben általában ez a leggyakoribb génelőfordulás.

**daganatgátló gén** *tumor suppressor gene* a daganatgátló fehérjét kódoló gén.

**daganatserkentő gén**\* *oncogene* a daganatok keletkezésében résztvevő fehérjét kódoló gén.

**fajlagos gén**\* *tissue specific gene*: elkülönülten (térben/időben szabályozottan), szövetfajlagos fehérjéket (polipeptideket) kódoló gén.

**háztartásgén**\* *housekeeping gene* minden szövet számára fontos fehérjéket (energiaképzők, tápszállítók stb.) képező gén. Az ilyen gének jelen vannak minden sejtben, és folyamatosan kifejeződnek. Leginkább átírásfhérjéket és DNS–RNS kötő fehérjéket kódolnak, de sok a jelfogót, a jelzésmolekulát, transzferázokat és szállítófehérjéket képező is. Ezek a génátíródások ~90%-át teszik ki.

**törzsgén** ~\* *conserved gene* a törzsfajlódás korai szakaszától meglévő gén.

## ***génhibajavítás***

***hasonmás átrendeződés\**** *homologous recombination* (HR) a kétszálú DNS-töréseknek a DNS épségét is helyreállító kijavítási formája. A kétszálú törés következtében leszakadt bázispárok egy ép szálról maradéktalanul kiegészülnek, és ezáltal szabályos, az eredetivel elvileg azonos DNS keletkezik. Megvalósulásához a hiányzó bázisok másolódása szükséges az azonos szerkezetű ép DNS-szálról; ez csak az osztódási sejt kör S-, G2-szakaszában áll rendelkezésre. A hasonmás átrendeződés tehát az S-, G2-szakaszban végbemenő sejt választ a kétszálú DNS-törésre.

***hasonmás-átrendeződési hiány\**** *homologous recombination deficiency* (HR-hiány) a hasonmás átrendeződési helyreállítás zavara. A HR-hiány meghatározó pl. a platinaérzékenység kialakulásában. Elsősorban BRCA-hiba következménye, de okozhatja más génhiba is (NF1, CDK12 stb.), keletkezhet a daganatgátló gének vesztese, valamint DNS-többlet vagy DNS-keveslet (DNS-veszteség) miatt, előidézve a sejt genetikai bizonytalanságát. Az ilyen sejtek gyakran válnak ellenállóvá a gyógyszerekkel szemben, például a CCNE1 többlete következtében.

***végegyesítés\**** (*end joining*) a kettősen tört DNS törési végeinek egyesítése a károsodott, törlődött nukleotidok helyreállítása nélkül.

***párhijavítás\**** *mismatch repair* A DNS kettőződése/sokszorozódása során az új DNS-szálon (leány DNS) keletkezett párhiba helyreállítási módszere. Nevezik kettőződéskövető-párhijavító rendszernek is (*post-replicative DNA mismatch repair system*). A párhijavítás fehérjei kizárólag a leány DNS-szálat veszik célba; ezt a metilezettség

hiánya révén azonosítják (ezért mondják metiles párhibajavításnak is (*methyl mismatch repair*nek): a leány DNS-szál a keletkezéskor rövid ideig még nem metilezett, szemben a metilezett szülői DNS-szállal. A fehérjék először felismerik a párhibát, majd kivágják a nem helyénvaló bázist tartalmazó DNS-szakaszt, a szülői szál alapján kitöltik a hiányt, és zárják a DNS-szálat.

***párhibajavítási hiány\**** *mismatch repair deficiency* (MRD) a párhibajavítás folyamatának zavara, jellegzetes klinikai következménye a Lynch-tünetcsoport.

***kétválzatos párhibajavítás-hiány*** *constitutional mismatch repair deficiency* (CMMRD) a párhibajavító gének kettős örökletes hibája; az érintettekben sokféle daganat keletkezik (kétválzatos párhibajavítás-hiány tünetcsoport).

***párhibajavító gének\**** *mismatch genes* a párhibajavításban résztvevő fehérjéket kódoló gének, pl. MSH2, MSH3, MSH6, MLH1, MLH3, PMS2 stb.



**In memoriam Festetics Imre (1764-1847)**

*200 évesek „a Természet Genetikai Törvényei”*

## **GENETIKA-200.1.**



*A Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő és  
Webinárium (2020.03.12.)*

## **ELŐADÁSAI**



Az előadások digitális formában itt érhetők el:

1. WORD DOKUMENTUMOK <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/webinariumi-kozonsegszavazashoz--a-word-dokumentumok.szg>
2. BEMUTATÓK (PP) <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/webinariumi-kozonsegszavazashoz-ppt-k.szg>
3. <http://mek.oszk.hu/20700/20763/>

*Ugyanitt lehet szavazni is:*

<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/webinarium-kozonsegszavazas.szg>

## GENETIKATÖRTÉNET

Dobó Petra, Vereczkey Kincső, Kohári György  
vezetőtanár, 2020, A genetika megjelenésének kezdete a  
magyar ismeretterjesztő sajtóban.

Keszei Zita Virág, Magyar Zsófia, Bancsó Sándor  
vezetőtanár, 2020, A tehetség felhalmozódása és  
megnyilvánulása a Festetics-Chernel családokban.

Faragó Ábel, Bárczai Krisztofer, Szőke Károly  
vezetőtanár, Juhtenyésztési viták Brünmben és a Természet  
Genetikai Törvényei.

Zsoldos Enikő, Márton Sarolta vezetőtanár, Adatok  
a romániai genetika történetéhez.

Dzsobák Patrik, Kovács Enikő, Leányvári Éva  
vezetőtanár, 2020, Festetics Imre élete és munkássága.

Karsai Johanna Sára, Szűcs Kata, Kohári György  
vezetőtanár, 2020, A növények genetikája. Rudolf  
Geschwind és Johann Gregor Mendel munkássága.

Floca Larissa, Balog Szandra, Tóth Kinga  
vezetőtanár, 2020, Temesvár, a mesterséges  
megtermékenyítés romániai bölcsője.

Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta, Molnárné Litványi Krisztina vezetőtanár, 2020, Genetika a méhészetben.

Szilágyi Péter, Szedlák Katalin vezetőtanár, 2020, Festetics és Mendel.

Stefan Roland, Hegedűs Patrik, Horváth Erika vezetőtanár, 2020, Avery, a magányos baptista és a DNS.

## **MODERN GENETIKA**

Bánfalvi Borbála, Zsarnai Marina, Erős-Honti Zsolt vezetőtanár, 2020, Etogenetika - avagy miért nem esik messze az alma a fájától?

Imolay Ákos, Nguyen Bich Diep, Dr. Endresz Gábor vezetőtanár, Prime: a következő szint a génmódosításban

Bercia Antónia, Szabó Dávid, Vremír Magdolna vezetőtanár, A filogenetikai törzsfák

Fazekas Fanni, Dr. Csizmadia Tamás vezetőtanár, 2020, Krinofágia, mint minőségellenőrző mechanizmus.

Imre Bálint, Juhos Márton, Bancsó Andrea és Bancsó Sándor vezetőtanár, 2020, CRISPR, avagy....

## **A genetika megjelenésének kezdete a magyar ismeretterjesztő sajtóban**

**Dobó Petra, Vereczkey Kincső, Kohári György**  
(*vezetőtanár*)

Karolina Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú  
Művészeti Iskola és Kollégium, Szeged

E-vezetési cím: Kohári György [alliatgyorgy@gmail.com](mailto:alliatgyorgy@gmail.com)

Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny &  
Webinárium 2020.03.12.

*PP*

[http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Genetika a magyar sajtoiban PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Genetika_a_magyar_sajtoban_PP.pptx)

### **Összefoglaló:**

Dobó P., Vereczkey K., Kohári Gy., 2020, A genetika megjelenésének kezdete a magyar ismeretterjesztő sajtóban. Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (2019-2020) & Webinárium (2020.03.12.)

Azt vizsgáltuk, hogy a genetika, mint tudomány mikortól van jelen a hazai ismeretterjesztő sajtóban. Az általunk talált három legkorábbi cikket és szerzőiket mutatjuk be dolgozatunkban.

**Kulcsszavak:** magyar genetika, Mendel, Tuzson, Méhely, Fülöp

### **Abstract**

Dobó P., Vereczkey K., Kohári Gy., 2020, The emergence of genetics in Hungarian printed science media. Genetics-200 International Student Science Competition (2019-2020) and Webinar, 12.03.2020)

We reviewed the first three papers on genetics found in Hungarian printed science media written by Tuzson János, Méhely Lajos, Fülöp Zsigmond

**Keywords:** Hungarian genetics, Mendel, Tuzson, Méhely, Fülöp



A tudományok művelői eredményeiket szakcikkekben, szakkönyvekben hozzák nyilvánosságra, ezek az írások elsősorban a többi kutatónak szólnak. A tudomány azonban érdekes lehet a nem szakmabeliek számára is. Az érdeklődő laikusoknak szól az ismeretterjesztő irodalom, amelyből általában némi késéssel, de nyomon követhető a tudomány alakulása.

Arra tettünk kísérletet, hogy megkeressük a legkorábbi ismeretterjesztő cikkeket, amelyek a genetika születése körüli évtizedekben íródtak.

Kiindulópontnak az 1900-as évet tekintettük, amikortól Mendel munkássága ismertté vált. A Révai lexikon 1915-ös kötetében már volt szócikk Mendelről, de az ezt megelőző 1913-as kiadású kötetben még nem lehet a genetika tudományáról olvasni.

Elsőként az 1910-es évben találtunk egy *Tuzson János* által növényi hibridekről és Mendel kísérleteiről írt cikket, amely a Természettudományi Közlöny 1910. december 15.-i számában jelentettek meg. Ez a lap abban a korban a legjelentősebb tudományos ismeretterjesztő folyóirat volt. A publikációban a szerző lejegyzí, hogy a sajátosságoknak kereszteződés következményeképpen tapasztalható öröklődése régi időktől fogva felkeltette a természettudósok figyelmét, ilyen módon vált a biológia első rangú kérdésévé. Már az 1760-as évek körül vizsgálták a hibrid-utódok sajátosságait, de a legfontosabb bizonyíték a Mendel-féle törvény volt. A szerző, eredeti helyesírással ezt írja:

„A hibridek sajátságainak kutatásában és megítélésében a *Mendel* féle törvény, melylyel szerzője nyolcz évig tartó, mintegy 10000 keresztezési kísérlet eredményeképpen ajándékozta meg a biológiát. Azóta e törvény tételei állandó vizsgálat és elemzés tárgyai. Különösen *Correns*, *Tschermak*, *de Vries* végeztek nagyobb szabású kísérleteket, melyek egybehangzóan megerősítik Mendel tételeit.”

1865. február 8-án tette közzé Mendel brünni Ágoston rendi szerzetes örökléstanról szóló értekezését, mellyel gyakorlatilag megalapította a genetika tudományát. A kolostor mindennapjaiban a vallásos élet mellett elég ideje jutott kedvenc elfoglaltságára, a botanikára. A kolostor kertjének kis ágyásában 1854-től kezdve éveken keresztül kísérletezett a legmegfelelőbbnek tűnő növényvel, a borsóval. Nagy egyedszámmal dolgozott, hogy a véletlenek eredménybefolyásoló hatását elhárítsa. Különböző fajtákat keresztezett, mely során a növény több tulajdonságának változását jegyezte fel. Hosszú munkájának eredményét „Kísérletek növényhibridekkel” címen publikálta, amit először *Rapaics Raymund* botanikus fordított le, és 1944-ben jelentette meg. Azonban csak halála után fedezték fel újra elméletét, amely ma már szerves része a biológiának. Tuzson írásában méltatja a „genetika atyjának” munkásságát, leírja a borsó kísérletet, a szürke és a halvány aszat kereszteződését, Mendel törvényeit. A cikk egyik érdekessége, hogy a genetika szakkifejezései ekkor még kiforratlanok, a domináns, uralkodó tulajdonság mellett „visszaesőnek” nevezi a rejtett, recesszív tulajdonságot. Hivatkozik mindazokra, akik a kereszteződéssel foglalkoztak, hiszen azok a tudósok megerősítették a Mendel-féle törvény helyességét, illetve azt is tapasztalták, hogy a hibridekben a

törvényszerűségtől való eltérések sem ritkák. Ecseteli a csodatölcsér kereszteződését (aminek ábrája szinte minden későbbi tankönyvbe bekerült, és tudomásunk szerint ez az első magyarországi megjelenése): a piros és fehérvirágú *Mirabilis jalapa* (nagy csodatölcsér) első hibrid nemzedéke rózsaszín virágú, a második nemzedéktől kezdve azonban a piros- és a fehér szín mendelezik, tehát az öröklés Mendel törvényeit követi. PP 5.

Tuzson János botanikus nem azonos a szabadságharc azonos nevű honvéd őrnagyával. (Mindkét Tuzson erdélyi származású, elképzelhető, hogy rokonok voltak.) A Selmechányai Erdészeti Akadémia növénytan tanára, majd a Budapesti Műegyetem magántanára lett. Emellett 1907-től éveken át szerkesztette a Növényteni Közlemények botanikai folyóiratot. 1912-ben vette át a Pázmány Péter Tudományegyetem Növényrendszertani Intézetének vezetését, egyúttal ő lett a Fűvészkert igazgatója is. Kutatóként főleg a fás növények szövettanával, növényföldrajzával és ősnövényteni vizsgálatokkal foglalkozott; sokat tanulmányozta a bükkfa korhadásának folyamatát. 1909. április 29-én a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választották, emellett tagja volt a Természettudományi Társulatnak is. Emlékezete nagyon sok helyen megtalálható: a Nyíregyházi Főiskolának van egy róla elnevezett botanikus kertje, emléktáblát avattak a professzor tiszteletére Taron, illetve van egy Tuzson emléklakett is, amit utódai alapítottak a tiszteletére.

A mutációnak, mint az öröklésen egyik igen fontos jelenségének első említését egy 1909-ben megjelent írásban találtuk. *Méhely Lajos* „Az élet tudomány bibliája” című cikke

*Darwin* születésének 100. évfordulójára íródott, ami a Természettudományi Közlöny 1909. március 1-jei számában jelent meg. Írásában *de Vries* holland botanikus és az egyik első genetikus mutáció elméletére hivatkozik, lényegében tagadta azt. Méhely az élőlények nemzedékeinek kicsi módosulásait tartotta lényegesnek az evolúció szempontjából, nem tudta elfogadni, hogy a mutációval megjelenő ugrásszerű változások is jelentősek lehetnek. Méhely jeles zoológus volt, idős korára Hitler lelkes híve lett, nézetei és ez ügyben megjelent írásai miatt 1945-ben börtönbe került, ott is halt meg 1953-ban, 90 éves korában. Mára feledésre ítélték politikai nézetei miatt, de a tudományos érdemei vitathatatlanok. PP 8.

Az 1910-es folyóirat évfolyamban találtunk egy harmadik érdekes cikket is, melynek szerzője Fülöp Zsigmond.

Fülöp Zsigmond 1882. december 21-én született. Középfokú tanulmányait a hódmezővásárhelyi Református Főgimnáziumban végezte. Az érettségi után beiratkozott a Budapesti Tudományegyetemre, ahol 1905-ben szerzett vegytan-természettudományi szakos tanári diplomát. A tanítás mellett komoly elhivatottságot érzett a tudományos kutatás iránt. Az egyetemi évek alatt megkezdett szakmai munkája eredményeként 1906-ban biológiából doktorált a Pázmány Péter Tudományegyetemen. Értekezése címe *Az átöröklési probléma történeti fejlődése*. A cikk a doktori értekezése alapján íródott, ebben így ír: „Mindenek előtt ma már kétségtelen, hogy a származástan az élő világ fejlődésének kutatásában helyes nyomon jár. De hogy tovább nem tud menni, mint a meddig már eljutott, hogy a végső okok még mindig ismeretlenek, annak okát éppen az átöröklési probléma megoldatlanságában kell keresni. Nevezetesen még mindig nyílt kérdés, hogy a szerzett

tulajdonságok átörökölhettek-e...” Az idézet a cikk végén áll. Annyi hozzá tehető, hogy volt olyan kutató, aki levágta az egerek farkát, ezeket szaporította, majd a további egér nemzedékeknek is levágta a farkát, mégsem születtek farkatlan egerek. A szerzett tulajdonságok öröklődése máig foglalkoztatja a kutatókat. Ma már ismertek olyan vizsgálati eredmények, amelyek szerint bizonyos szerzett tulajdonságok öröklődhetnek.

Ebben a korban a tudomány és az ismeretterjesztés nem vált el élesen egymástól. A tudományt gyakran középiskolai tanárok művelték igen magas színvonalon. Tuzson és Méhely egyetemi tanárok, de az itt említett Fülöp Zsigmond középiskolai tanárként dolgozott.

A genetika megszületése, emberi gondolkodásba való beépülése hosszú folyamat volt, mi ennek csak néhány korai dokumentumát tudtuk most bemutatni Önöknek. Így indult Magyarországon a genetika. Mára már az örökléstan a biológia szerves része, biológiai intézmények és kutatók vizsgálják ezt a területet. A genetikával foglalkozó ismeretterjesztő írás is van bőségesen, reméljük akad, aki elolvassa.

### **Felhasznált irodalom:**

Fülöp Zsigmond: Az átöröklési probléma története  
Természettudományi Közlöny 1910

Méhely Lajos: Az élet tudomány bibliája Természettudományi  
Közlöny, 1909. március 1.

Révai Lexikon 1913-1915

Tuzson János: A növények kereszteződéséről  
Természettudományi Közlöny, 1910, december 15.

Szóró Ilona: Egy tudós tanár kálváriája a 20. században  
<http://www.irisro.org/pedagogia2018januar/83SzoroIlona.pdf>



Dobó Petra, Vereczkey Kincső, Kohári György  
(vezetőtanár) a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos  
Verseny & Webinárium (2020.03.12.) előadói.

Karolina Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú  
Művészeti Iskola és Kollégium, Szeged

E-vezetési cím: Kohári György [alliatgyorgy@gmail.com](mailto:alliatgyorgy@gmail.com)

## **A tehetség halmozódása és megnyilvánulása a Festetics és Chernel családokban**

**Keszei Zita Virág** (11.D tanuló), **Magyar Zsófia** (11.D tanuló)  
**Bancsó Sándor** (vezetőtanár)  
Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium, Kőszeg  
[keszeizita33@gmail.com](mailto:keszeizita33@gmail.com)

Előadás a  
„Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen  
és Webináriumon, 2020. március 12-én

PP: [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Tehetseg\\_a\\_Festetics\\_csaladban\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Tehetseg_a_Festetics_csaladban_PP.pptx)

### **Összefoglaló**

Keszei Z.V., Magyar Zs., Bancsó S., 2020, *A tehetség halmozódása és megnyilvánulása a Festetics és Chernel családokban*. Előadás a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon, 2020. március 12-én.

Előadásunkban a tehetség felhalmozódására kerestünk konkrét példákat a magyar tudós családokban. A téma feldolgozásában a kőszegi „genetikus” gróf munkássága serkentett minket. 1819-ben Festetics Imre megjelentette a természet genetika törvényeiről szóló cikkét. A tudós számos magyar tehetséggel állt rokoni kapcsolatban (Széchenyi István, Festetics György), mi azonban dédunokáját, Chernel Istvánt emeltük ki, aki rendkívül sokoldalú, polihisztor alkatú ember volt, Kőszeg szülte és a kőszegi bencés gimnázium egykori diákja.

**Kulcsszavak:** öröklődő tehetség, Festetics Imre, Chernel István

## **Abstract**

Keszei Z.V., Magyar Zs., Bancsó S., 2020, *The accumulation and manifestation of talent in the families of Festetics and Chernel*. A lecture held on the „GENETICS-200 International Scientific Student Competition & Webinar, 12th March, 2020.

In our presentation we have looked for some specific examples of the accumulation of talent in famous Hungarian intellectual families. During the elaboration of our topic we were inspired by the work of the “geneticist” earl, who lived in Kőszeg: Imre Festetics (1764-1847). He published his article about the genetic laws of nature in 1819. Although the scientist was related genetically to several other Hungarian talents (e.g. István Széchenyi, György Festetics), we focused on his great-grandson, István Chernel. He was an exceptional, versatile polymath, who was born in Kőszeg and was educated here in the Benedictine Grammar School. He published numerous reports during his lifetime and introduced skiing in Hungary. Furthermore, he was the head of the Hungarian Institute for Ornithology (Magyar Madártani Intézet).

**Keywords:** hereditary talent, Festetics Imre, Chernel István

## **Bevezető**

A szakirodalomban bőségesen, de saját középiskolai tanulmányainkból is könnyen találunk példákat a tehetség megjelenésének különféle típusaira. Nem szükséges minden lehetőséget megvizsgálnunk (és most ne keressük az okokat sem), de nyilvánvaló, hogy vannak olyan tehetségek, akik a családjaikban egyedülállóan kiemelkedő eredményeket értek el a tudományban, a művészetben, vagy a sportban. Petőfi Sándor, Arany János, József Attila, vagy Munkácsy Mihály, illetve



Egerszegi Krisztina munkássága és eredményei a rokonságukból ismert személyek tehetségéhez nem hasonlítható.

Egy másik típus, amikor egy adott területen ismert tehetség a családban jelen van, a család több tagja is kiemelkedő. Említhetjük a Bolyaiakat. Lehet itt példa Áprily Lajos és Jékely Zoltán apa-fiú kapcsolata vagy Latinovits Zoltán és Bujtor István testvér kapcsolata. Az egyik legklasszikusabb példa a tehetség felhalmozódására Szent-Györgyi Albert családja, illetve felmenői. Dédapja, Szentgyörgyi Imre az erdélyi udvari kancellária tanácsosa, fia, Imre minisztériumi államtitkár, majd kúriai tanácselnök volt. Anyai ágon is híres tudósdinasztiából származott. Dédapja, Lenhossék Mihály orvosdoktor, egyetemi tanár, Magyarország főorvosa és helytartósági tanácsos. Fia, József szintén orvos, anatómusprofesszor és antropológus volt, aki 1873-ban a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja lett (URL 1).

### **A Festetics és a Chernel családokról**

Köszegi gimnazistaként, szinte magától értetődő, hogy itt a fenti két család jeles köszegi képviselőinek a munkásságát mutassuk be. A bemutatáshoz a felhasznált irodalomban jelzett munkákat felváltva használtuk, ezért ezekre csak a konkrét esetben hivatkozunk a szövegben. Ez vonatkozik a világhálós forrásokra is.

A Festetics család családfájára tekintve először Festetics Imre legidősebb nővérét, gróf tolnai Festetics Juliannát (1753-1824) emeljük ki. Az ő és második férje, Széchenyi Ferenc fia, a legnagyobb magyar, gróf Széchenyi István. Széchenyi István tehetségére és a magyar haza felvirágoztatásáért tett elévülhetetlen érdemeire részletesen most nem térünk ki, mindössze a legismertebb műveinek, korszakos gondolkodást meghatározó voltát emeljük ki (Hitel, Világ, Stádium). Festetics Imre testvérbátyja, György a keszthelyi Georgikon alapítója, és a közép-európai mezőgazdálkodási tudomány intézményi oktatásának elkötelezett főnemese (KESZEI, 2014).

Festetics Imre családja több szinten is összekapcsolódik a Chernelekkel. Festetics Imre fia, István Chernel Katalint vette feleségül, majd az ő gyermekük, Elek, a Chernel család egy másik ágából származó Chernel Krisztinával házasodott össze.

Számunkra most Festetics Imre másik unokájának, Festetics Máriának a házassága az érdekes, akinek férje Chernelházi Chernel Kálmán (1822-1891), kőszegi földbirtokos lett (KESZEI, 2019). Chernel Kálmán a gyökereivel az Árpádok korába nyúló nemesi Chernel család sarja. Apja, Chernel Ferenc főszolgabíró, országgyűlési követ, kerületi táblabíró, anyja, rátki és salamonfai Barthodeiszky Terézia úrnő volt. Chernel Kálmán a kőszegi gimnáziumban tanult, a jogot a pozsonyi akadémián végezte (URL 2). Az ügyvédi vizsgát az 1843–1844. országgyűlés alatt tette le. Sopron vármegyében előbb tiszteletbeli, majd valóságos aljegyzőként dolgozott. 1848-ban a szabadságharc őt is fegyverbe szólította; a fegyverletétel után hivatalt nem vállalt, hanem idejét természetrajzi és történelmi tanulmányokra fordította. Kőszeg városa díszpolgárává választotta, emellett ő volt az árvaszék helyettes elnöke, a kőszegi kisdédóvónak és a szegény diákok egyletének elnöke, valamint a takarékpénztár alelnöke is. A Magyar Történelmi Társulat alapító tagja, a porosz és a bajor királyi kertészeti egyletek levelező tagja volt. Csak kevesen tudnak a természet iránti elköteleződéséről: az elsők között hirdette az öreg fák védelmét Magyarországon, s a Kőszeg környéki gomba- és madárvilág lelkes kutatója is volt (URL 2). Tán legbecsesebb érdemének mondható, hogy ő „fedezte fel” Herman Ottót a tudomány számára. Chernel Kálmán és Festetics Mária fiúgyermek, Festetics Imre dédunokája volt Chernel István (1865-1922). (URL 3).

Chernel István gyermekkorától fogva élénken érdeklődött a természet iránt, legszebb gyermekkori emlékei szülőházához és Kőszeghez kötődnek. Kisiskolásként elmélyülten foglalkozott a hajdani várárookban díszlő családi kert

növény- és madárvilágával. A kőszegi bencés gimnáziumban gondosan fejlesztette tudását. Itt a természetrajzot Freh Alfonz tanította neki, akire, mint első tanítómesterére a későbbiek során is nagy szeretettel emlékezett. A jeles botanikus és entomológus maradandó hatást gyakorolt fejlődésére. Diákkori növénygyűjteménye már ekkor több mint 800 fajra rúgott. Sopronban töltött diákéveinek gyümölcsöző hozadéka Fászl István tanárával kötött ismeretsége, akivel közös madarászélményeket szerzett, és akinek komoly szerepe volt abban, hogy a szárnyait bontogató fiú a madártudománynak kötelezte el magát. Szenvedélyes vadász volt, fáradhatatlanul munkálkodott az állatvilág rejtett értékeinek felderítésében. Megfigyeléseinek eredményeit műveiben összegezte, az elejtett állatokat pedig a Fászl-tól elsajátított módszerrel preparálta ki. Chernel István elsődleges élethivatásává az ornitológia vált. Benne tiszteljük a Vasvármegyei Múzeum Természetrajzi Osztályának egyik alapítóját (1908), aki a Természetrajzi Tár első őreként megvetette a gyűjtemény alapjait és megalkotta az első kiállítást. 12 éves korától haláláig naplót vezetett, amelyben természettudományos megfigyeléseit és a társadalmi élet terén szerzett tapasztalatait rögzítette. Gondos részletességgel jegyzetelt a madarak alaki és viselkedésbeli jellemzőiről, a madárvonulásról, de írt a napi időjárásról éppúgy, mint családi és közéleti eseményekről. Madártani kutatásainak legfőbb eredménye, a „Magyarország madarai, különös tekintettel gazdasági jelentőségökre” című könyve (1899). A mű nem csupán átfogó ismeretanyag, hiszen soraiból kitérünk írójának jelleme, a madarak iránt érzett szeretete is. *„Az állatvilágot... károsra és hasznosra osztani nem lehet”* – hangoztatta. Emberségéről tett bizonyosságot, amikor életre hívta az Országos Állatvédő Egyesület Kőszegi Fiókegyesületét, és szervezte annak működését (KÓRÓDI B. – BALOGH L. 2015).

Lefordította Brehm „Az állatok világa” madarokról szóló köteteit (1902–1904). Életében 261 közleménye jelent meg. Rendkívül sokoldalú, tehetségekben gazdag, polihisztor

alkatú ember volt. Szabadidejét szívesen töltötte festéssel, művészi rajzok készítésével, zeneszerzéssel, citerázással, költemények írásával. Sokat kirándult és utazott. Bejárta többek között Erdélyt és a Kárpátokat, kedvenc úti célja mégis a Velencei-tó maradt. 1891 nyarán feleségével Norvégiába utazott, adatokat gyűjtött készülő nagy művéhez (KÓRÓDI B. – BALOGH L. 2015) (8.). Útjáról az „Utazás Norvégia végvidékeire” című könyvében számolt be. Norvégiai expedíciója során megismerkedett a síeléssel. Hazaérkezvén meghonosította az akkor Magyarországon még ismeretlen sportágat, és megírta a „Lábszánkózás kézikönyvét” (1896) (KÓRÓDI B. – BALOGH L. 2015). Bár nem ismerte személyesen dédnagyapját, mégis írásaiban megemlékezett Festetics Imréről; tőle származik a nagyapja katonai múltjára és Bukarest-környéki sebesülésére vonatkozó fontos feljegyzés is (SZABÓ T. A. – POZSIK L. 1990).

Herman Ottó halála után ő lett a Magyar Madártani Intézet igazgatója; ehhez hasonló munkát végzett a későbbiekben és végez napjainkban is a Magyar Madártani Egyesület. Bár az intézeti munkatársak együttes véleménye volt, hogy az igazgatói posztra legalkalmasabb személy Chernel István, ő nem akart Budapestre költözni, gyökerei és lokálpatriotizmusa Kőszeghez láncolták, innen irányította a budapesti intézetet. Naplójában ezt írta *„Olyan megoldás volna e tekintetben egyedül lehetséges, ha nem volnék kötve a fővároshoz, az adminisztratív és gazdasági dolgok legfőljebb csak felügyeletemre volnának bízva, ellenben az intézet tudományos irányítása és fejlesztése tartozna reám, az Aquila szerkesztése, gazdasági madártanba és a madárvédelembe vágó ügyek.”*

Chernel István haláláig vezette a Madártani Intézetet. Benne tisztelhetjük a globális környezet- és természetvédelem első magyar alakját (URL 4).

A fentiekben egy újabb példát mutattunk be a tehetség felhalmozódására magyar tudós családokat illetően. A nyilvánvaló genetikai háttér mellett azonban elengedhetetlen és

számunkra is útmutató Chernel István egy fontos gondolata „Ész és szív mindig együtt vezessen!”

## Felhasznált irodalom

*Megjegyzés.: Mivel előadásunk elkészítése közben az alábbi forrásokat az itt bemutatható gondolatoknál jóval tágabb körben használtuk, a jelen szövegben eltekintettünk attól, hogy a felhasználást minden esetben a szerzőre és évszámra való hivatkozással is jelezzük.*

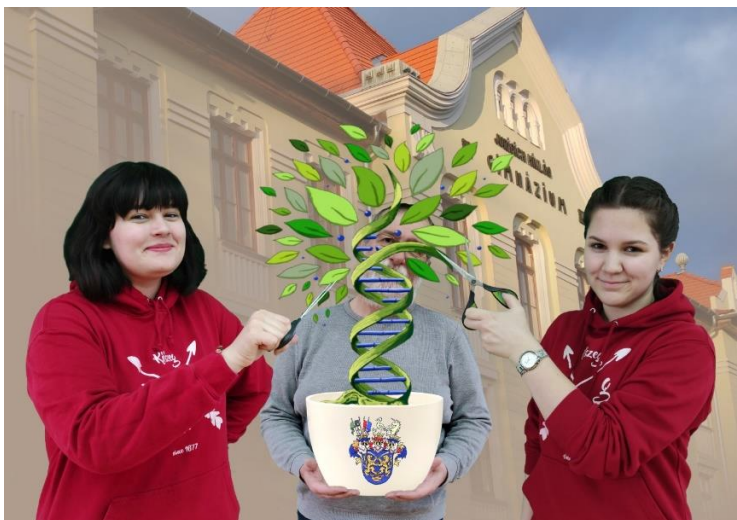
- BÍRÓ ZS., (1998): *Festetics Imre (1764.12.02. Simaság – 1847. 04. 01. Kőszeg), „Az elfelejtett genetikus”* – Szakdolgozat, BDTF Szombathely, pp. 52.
- Czeizel E., (1983): *Az emberi öröklődés*; 2. jav. kiad.; Akadémiai, Bp., 1983
- FARAGÓ S., (2015): *Lélekkel teljesített hivatás. Chernelházi Chernel István naplója 1914–1922*, 1–2. köt. Sopron, 494 és 609 p.
- Galton F., (1976): *Az öröklődő lángész*. In: Szabó T.E.A., 1976, *A genetika évszázada. Válogatás Gregor Mendel, Francis Galton, August Weismann, Gelei József, Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, James D. Watson... Ny. Vavilov és Julian S. Huxley írásaiból*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, pg. 63-80. Lásd még a GENETIKA-200 online bibliográfiáját URL <http://www.gelabor.hu/szigel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>
- KESZEI B., (2014): *Festetics Imre a „genetika nagyapja”* - Kőszeg és Vidéke, **27** (12): 11.
- KESZEI B., (2019): *Festetics Imre szellemi és tárgyi öröksége*, In.: BARISKA I. – RÉVÉSZ J. (szerk.): *Kőszeg értékei 2019 – Kőszegi Települési Értéktár Testület*, pp. 44-49.
- KÓRÓDI B., BALOGH L., (2015): *A Chernel-kert – Kőszegi Lapok Helytörténeti folyóirat*, (4): 1-4.
- POCZAI P., BELL N., HYVÖNEN J., (2014): *Imre Festetics and the Sheep Breeders' Society of Moravia: Mendel's Forgotten "Research Network"* – PLoS Biol 12 (1): <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001772>

- POCZAI P., (2019): *A Festetics-rejtély - A genetika története és Festetics Imre hagyatéka* – Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete, 159 p.
- SZABÓ T. A., POZSIK L., (1989): *The first scientific relic of the Hungarian genetics: Genetic Laws of Nature by Festetics 1819. (In Hungarian: A magyar genetika első tudományos emléke. II. Festetics Imre (1819) A beltenyésztésről. A természet genetikai törvényei)* – Tudomány, Scientific American (Magyar Kiadás), 1989. december, 45-47.
- SZABÓ T. A., POZSIK L., (1990): *A magyar genetika születése: Festetics Imre elgondolásai a beltenyésztésről és a „természet genetikai törvényeiről” – 1819-ben (Brünn-Brno) - Természet Világa* **121** (2): 50-56, 97-98.
- SZABÓ T. A., (1993): *Festetics Imre (1764–1847)* – Vasi Szemle **45** (1): 91–96.
- SZABÓ T. A., (1998): *Festetics Imre (1764. Simaság – 1847. Kőszeg) és „A természet Genetikai törvényei” I. Juhtenyésztési viták. Festetics Imre gróf úr további magyarázatai a beltenyésztésről. II. Festetics Imre – a korszerű örökléstan és származástan fényében*, In: TÓTHÁRPÁD F. (szerk.), *Történelmi és művészeti antológia Kőszegről II.* 88–93, 93–98. pp. – Kőszeg, Kőszegi Várszínházért Alapítvány
- SZABÓ T. A., (2009): *„Valók gráditsonkénti lépegetése” (1818) és a „Természet genetikai törvényei” (1819), A genetika, a szelekció és az evolúció fogalmának korai megjelenése Magyarországon* – Nőgyógyászati Onkológia **14**: 73–96.
- SZABÓ T. A., (2015): *Köszöntő és Javaslat a Festetics-Chernel Evolúciós-Genetikai Emlékhelyek (FeChEG) kialakítására*, In Seregi J. (szerk.) (2015): *Kétszázötven év Ságtól Simaságig – Az első simasági Festetics Imre Nap krónikája* (Gróf Festetics Imre születésnapja 2014. december 2. Seregi János kiadása. (Simaság), 8-9; 51-54.
- WOOD R., (2015): *Festetics Imre és a természet genetikai törvényei a véren keresztüli öröklődés korabeli uralkodó elképzeléseinek fényében* – Magyar Tudomány, **176** (4): 439-452.

### **Világhálós források**

- URL1: <http://szegedtourism.hu/hu/szegedi-hires-szemelyisegek-sorozat-szent-gyorgyi-albert-i-resz/> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL2: <http://www.koszeg-konyvtar.hu/node/73> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL3: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Chernel\\_Istv%C3%A1n](https://hu.wikipedia.org/wiki/Chernel_Istv%C3%A1n) (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL4: <http://www.kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=287> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL5: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Festetics\\_Imre](https://hu.wikipedia.org/wiki/Festetics_Imre) (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL6: <http://www.mrns.hu/hirek/festetics-imre-grof-mendel-egyik-elfeledett-elodje> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL7: <http://www.origo.hu/tudomany/20140122-festetics-imre-egy-magyar-birkatenyeszto-volt-mendel-elofutara.html> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL8: <http://m.koszeg.hu/hu/koszeg/varosnezes/setautak/hires-koszegiek-felfedezese-7-64.html> (utolsó megnyitás: 2020.01.12.)
- URL9: <http://volksgruppen.orf.at/magyarok/stories/2682596/> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL10: [http://criticalbiomass.blog.hu/2014/01/24/festetics\\_imre\\_a\\_genetika\\_nagyapja](http://criticalbiomass.blog.hu/2014/01/24/festetics_imre_a_genetika_nagyapja) (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL11: <http://molnar-v-attila.blogspot.hu/2014/02/cikk-festetics-imrerol-plos-biology.html> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)
- URL12: <http://www.matud.iif.hu/2015/04/11.htm> (utolsó megnyitás: 2020.04.22.)

**Köszönettel tartozunk** Keszei Baláznak, iskolánk igazgatójának, aki tanácsaival hozzájárult előadásunk elkészüléséhez, és segítette a csapatot a felkészülésben!



Keszei Zita Virág (11.D tanuló), Magyar Zsófia (11.D tanuló)  
és Bancsó Sándor (vezetőtanár), Jurisich Miklós Gimnázium és  
Kollégium, Kőszeg, „*A tehetség halmozódása a Festetics és  
Chernel családokban*” című előadás szerzői

(„Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny  
és Webinárium, 2020. március 12.).



## **Juhtenyésztési viták Brűnnben és a Természet Genetikai Törvényei**

Faragó Ábel, Bárczai Krisztofer, Szőke Károly  
(vezetőtanár)

Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium 11. a.

8943, Bocfőldé , Kiskuti út 1., Zalaegerszeg. *E-velezési cím:*  
[abelfarago2@gmail.com](mailto:abelfarago2@gmail.com)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos  
Verseny és Webináriumon*, 2020. március 12-én

**PP**

**[http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Juhtenyesztési\\_viták\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Juhtenyesztési_viták_PP.pptx)**

### **A juhtenyésztők bornói (Brűnn) társasága – 1814**

1814-ben a Brűnni Mezőgazdasági Társaság megalapította a Juhtenyésztők Társaságát. A társaság titkára C. C. André, a társaság célja pedig a legjobb minőségű gyapjú előállítása volt, és ennek érdekében folytak a nyílt tájékoztatások és viták.

Az elhatározást követően C. C. André, egyik fiát, Rudolf André elküldte báró Ferdinand Geisslern birtokára. Ott Rudolf elsajátította a juhtenyésztési módszereket és ezeket egy könyvben foglalta össze és ezt, a 1817-ben a társaság 4. ülésén részletesen ismertették és megtárgyalták. Rudolf felhívta a figyelmet arra, hogy a nagy mennyiségű gyapjú előállítására való törekvés eddig összeegyeztethetetlennek bizonyult a legmagasabb minőségű gyapjú előállításával.

### **Az Ehrenfels vs. Festetics vita**

Ugyanakkor J. M. Ehrenfels báró felhívta a figyelmet arra, hogy tapasztalatai szerint a Monarchiában a gyapjú minősége romlott. Nézetei szerint a 3 fő káros tényező a következő volt:

- Az állatok kiválasztása leginkább fizikai tulajdonságok alapján történt.
- A nagyobb hangsúly a gyapjú mennyiségén volt a minőség helyett.
- A közeli rokonságban lévő juhok párosítása, a beltenyészet.

Festetics Imre azonban megvédte a beltenyészet gyakorlatát, ugyanis hasznosnak találta azt a megfelelő feltételek mellett, és ez szerint stabilizálhatja az öröklődést. Azonban ez teljesen ellentétes volt Ehrenfels nézeteivel, aki pont az ellenkezőjét tartotta a beltenyésztésről, azaz megtöri az öröklődés folytonosságát. Ezen kívül, véleménye szerint az öröklődés folytonosságát a klíma biztosítja. Ezen nézetét pedig a behozott merinói juhok elfajzásával kívánta bizonyítani, ugyanis ezeknél juhoknál a gyapjú minősége romlott. Azonban Festetics ekkor már kizárta a klíma hatását az öröklődésre.

C. C. André még hangoztatta meggyőződését, hogy a közeli rokonok feltétel nélküli hosszan tartó beltenyésztésének következménye az organikus gyengeség.

### **Az „organikus gyengeség: Mi öröklődik és hogyan?**

Annak érdekében, hogy tisztázzák a lehetséges félreértéseket, André felkérte Festeticset, hogy fejtse ki bővebben véleményét a témában. Ezt követően Festetics először is megköszönte Andrénak, hogy „az igazság keresése” indította. Továbbá utalt Andrénak az organikus gyengeség gondolatára és egyetértett abban, hogy a feltétlen közeli beltenyészet tényleg organikus gyengeséghez vezet, majd ezt emberi vonatkoztatásban is tárgyalta ezt a jelenséget. Kiindulásának alapja az, hogy ekkor a falvakban viszonylag gyakori volt a vérrokonok közti házasság. Bizonyos esetekben ez károsnak bizonyult, azonban máskor fizikai és szellemi előnyökkel járt.

Festetics ezt a tényt párhuzamba állította Bakewell *breeding in-and-in* gyakorlatával és rámutatott, hogy a beltenyészet a kiválasztott egyedektől függően előnyös vagy hátrányos lehet. Ezt az állítását pedig saját merinói juhainak bakewelli keresztezésével igazolta, ugyanis 16 év alatt olyan beltenyészetet, zárt állományt alakított ki, hogy saját kosainál nem talált jobbat a piacon.

André azonban úgy vélte, ha a fajta javítása a kívánt cél, akkor a keresztezés lényegi kérdés: „*nem az egyöntetűség, hanem a kölcsönhatás eredményez új, jelentékenyen erősebb formákat és testfelépítést*”. André ezen a ponton kérte fel Festeticset, hogy fogalmazza meg saját szabályait arra vonatkozóan, hogy mikor és hol kell alkalmazni a beltenyésztést.

### **A Természet Genetikai Törvényei – 1819**

Erre a felhívásra Festetics saját 15 éves „zárt fajtatenyésztői” tapasztalatait 4 pontban összegezte, és azzal válaszolt. Kifejtett nézeteinek *A természet genetikai törvényei* (*Die genetischen Gesetze der Natur*) nevet adta, ezek pedig a következőképpen foglalhatók össze:

- a.) Festetics az öröklődést, a tisztavérű tenyésztés alapfeltételeként az erőteljes egészséggel kapcsolta össze;
- b.) felismerte, hogy az örökletes tulajdonságok legalább az első nemzedékben recesszívek lehetnek, (lappanghatnak), felismerte az első hibridnemzedék (domináns) egyöntetűségét és a (recesszív) tulajdonságok kihasadását a második nemzedékben;
- c.) felismerte az ellenőrizhetetlen veleszületett változások fellépésének lehetőségét, (mai szóval: a mutációkat) a tiszta tenyészetekben is. Ezt már a mutáció-elmélet megjelenése előtt felismerte és a „természet játéka”-ként utalt rájuk;

d.) nagy hangsúlyt fektetett a kiválogatásra, ugyanis szerinte csak azokat az állatokat lehet tovább szaporítani, amelyek nagymértékben birtokában vannak a kívánt tulajdonságoknak.

### **Öröklődés és kiválogatás (genetika és szelekció)**

Christian Carl André Festetics szigorú szelekcióra vonatkozó tételét tartotta a legfontosabbnak, Rudolf André pedig egy évvel később igazolta Festetics beltenyésztésre vonatkozó megállapításait, ugyanis a Geisslern gazdaságban szerzett tapasztalatai meggyőzték a beltenyésztettség fontosságáról. Továbbá még jelezte, hogy az arab telivérek tenyésztői is ugyanerre a következtetésre jutottak, és nem tapasztalták a beltenyésztettségnek semmilyen káros hatását.

Festetics Imre ezen állításaival, munkásságával meghaladta a korát, ráadásul a maga korában a juhtenyésztők között jelentős tekintéllyel bírt, de munkái mégsem keltettek visszhangot. Munkáit olyan emberek is ismerték és dicsérték, akik magát Mendelt is tanították, ebből logikusan következne, hogy Mendel is hallott róla, ráadásul egy rövid ideig ugyanannak a társaságnak még a tagjai is voltak. Arra, hogy Mendel tudott-e róla és munkásságáról, és ha igen, miért nem hivatkozott rá, különböző magyarázatok is léteznek, jobb és rosszabb indulatúak egyaránt.

## **Adatok a romániai genetika történetéhez**

Zsoldos Enikő, Márton Sarolta (*vezetőtanár*)

Kemény Zsigmond Elméleti Líceum, Szamosújvár,  
Románia. E-vezetési cím: [zsoldos145@gmail.com](mailto:zsoldos145@gmail.com)

Előadás a

„*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és  
Webináriumon*, 2020. március 12-én

*PP*

[http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Romanai\\_magyar\\_genetika\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Romanai_magyar_genetika_PP.pptx)

### **Összefoglaló**

Zsoldos E., Márton S., 2020, *Adatok a romániai genetika történetéhez*. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.

**Kulcsszavak:** Erdély, Kolozsvári Magyar Tudományegyetem, Lazányi Endre, növénynemesítés, lóbab, takarmányárpa, Imreh István, anafáziszeszt, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

A genetika a jellegek öröklődésével, változékonyságával foglalkozó tudomány. Tanulmányozza, hogy hogyan öröklődnek a tulajdonságok, hogyan adódnak át a genetikai információk nemzedékről nemzedékre, hogyan marad meg a viszonylagos állandóság, miként jutna kifejezésre és miként változna. Az öröklődés és a változékonyság folyamatainak a megértése segít megérteni magát az életet. Hazánkban, Erdélyben a genetika

kivirágzott, azonban közbe szólt a történelem. A rengeteg támadás miatt tehetetlenné vált és sokáig haldoklott, de sohasem adtuk fel, mindvégig reménykedtünk, hittünk abban, hogy a szenvedések ellenére egyszer a gyümölcs majd beérik. Ahhoz, hogy a jelenlegi helyzetet megértsük, szükségünk van a múltnak az ismeretére.

## **Mi történt a múltban?**

A természeti műveltség az Árpád korban és Mátyás király uralkodása alatt fellendült, összehasonlítható volt más európai országokkal (1458-1490). 1859. november 23.-án megalakult az Erdélyi Múzeum Egyesület, mely kezdeményezője, serkentője és támogatója volt az anyaországra is kiható magyar nyelvű tudományosságnak, és részese az egy évtized múltán megalakuló erdélyi magyar tudományegyetemnek. Az Erdélyi Múzeum Egyesület (6. dia) és a Kolozsvári Magyar Tudományegyetem (7. dia) megalakításától a román megszállásig tartó időszak volt Erdély tudományművelésének aranykora. Az I. világháború (1918-1940) befejezését követő „politikai fordulattal” az egyetem alkalmazottai állástalanokká váltak, az erdélyi magyarság intézmények nélkül maradt. A II. világháború végén a román hatóság az egyetem teljes vagyónát kisajátította, csupán három épület és néhány eszköz maradt a magyar egyetemnél. Ez volt az az időszak, amikor egy mikroszkópnál 3-5 hallgató ült. A Bolyai Tudományegyetem felszámolásával (1959) kilátástalanná vált minden, nemcsak az oktatás, hanem a kutatás elsorvasztását is maga után vonta, jelentősen lemaradtunk. 1990 után az újraéledés az anyaországi támogatásoknak köszönhető. A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült Zöld

könyvben, 299 kutató közül, csak egy kutatója akadt a genetikának.

## **A Kolozsvári Örökléstani Iskoláról**

Annak a közösségnek, amelyiket tán röviden Kolozsvári Örökléstani Iskolának is nevezhetünk, a legelső kiemelkedő tagja kétségtelenül Gelei József volt. Geleinek a kromoszómák hosszanti párosodásáról és e folyamat örökléstani jelentőségéről az 1910-es és 1920-as években magyarul és németül írott munkái (levelek, cikkek, monográfiák) korszakos jelentőségűek a számszelező sejtosztódás kulcsfolyamatának, az anyai és apai kromoszómák párosodásának, a tulajdonságok szétválásának és kombinálódásának a megértésében. Ennek áttekintése messze meghaladná dolgozatunk kereteit. A kérdés iránt érdeklődőknek a jelen verseny ajánlott irodalmának 07. sz. tételét ajánljuk kiindulásként: <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg> (07. tétel).

A következőkben tehát csak néhány kimondottan jelenkori genetikusról lesz szó.

- Lazányi Endre (1914-2009) romániai küldöttként beszámolt genetikai eredményeiről a brünni Mendel emlékgyűlésen (1965), közleményeinek témái a mutáció és kromoszómakutatás. 1959-től a kolozsvári biológiai kutatóközpontban a különböző vegyszereknek és ionizáló sugaraknak a növények genetikai anyagára gyakorolt hatását, a kromoszóma-aberrációkat vizsgálta a lóbab (*Vicia faba*) kromoszómákon. (9. dia) A

takarmányárpa hazai nemesítését kezdeményezte. (10. dia)

- Imreh István (1945) (11. dia) a kolozsvári Megyei Klinika Nukleáris Orvostani Laboratóriumában volt biológus (1968), majd később a klinika sugárgenetikai laboratóriumát vezette. Fontosabb kutatási eredményei az anafázisteszt kidolgozása, emlőssejtek fúziója, orvosi, szakmai és baleseti sugárterhelés kromoszomális vizsgálatának romániai bevezetése.
- Valentin Petrescu-Mag: létrehozta az első romániai nyúlajtát. Az új fajtát erdélyi óriásnyúlnak nevezte el, mely több őstől származik. (13. ábra)

### **A jelenlegi helyzet**

A genetika fokozottabb figyelmet és támogatást igényel Erdélyben, hiszen jelen körülmények között nagyon nehéz lépést tartani a tudományág látványos fejlődésével. Az egészségügyi rendszer változatlan maradt a kommunista korszakhoz képest. Egymillió lakosra jut egy genetikus, összehasonlításképpen Magyarországon a szakemberek száma 6 kutató 1 millió lakosra.

### **Hogyan változhatna ez (jó irányban) a jövőben?**

Megfelelő szakképesítésű kutatócsoportok és költséges műszerekkel felszerelt laboratóriumok szükségesek. Jó szakemberek itthon maradása, az anyagi gondok megoldása nélkül nem zárkozhatunk fel Európa természettudományi kutatótevékenységéhez és nem pótolhatjuk azt a hiányt, amit Erdély történelmi múltja kialakított. Az anyanyelven való tudományművelés mellett szükségeszerű a világnyelven való



közlés is, mely megóv az elszigeteléstől. A Sapientia Erdélyi Tudományegyetem remélhetőleg ezt lehetővé teszi.

## Hivatkozások

Szabó T.E.A., 1976, *A genetika évszázada. Válogatás Gregor Mendel, Francis Galton, August Weismann, Gelei József, Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, James D. Watson... Ny. Vavilov és Julian S. Huxley írásaiból*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, pg. 63-80.

Lásd még a GENETIKA-200 online bibliográfiáját  
<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>  
<https://www.digi24.ro/regional/digi24-oradea/genetica-aproape-ignorata-in-romania-in-tara-sunt-doar-22-medici-primari-in-domeniul-geneticii-3542133>  
<https://viitorulromaniei.ro/2017/11/13/florina-raicu-geneticiana-cu-doua-doctorate-exista-stiinta-exista-vointa-ne-mai-trebuie-putinta/>  
<https://www.nature.com/articles/BF03405994>  
<https://kronikaonline.ro/erdelyi-hirek/versenyfutas-a-kis-nori-eleteert-romaniaban-keptelenek-voltak-kimutatni-a-negyeves-kislany-ritka-betegseget>  
<https://hir.ma/kulfold/szines-hirek/ilyen-oriasnyulat-hozott-letre-egy-erdelyi-genetikus-foto/439540>  
[https://www.hazipatika.com/betegsegek\\_a\\_z/vitiligo/898](https://www.hazipatika.com/betegsegek_a_z/vitiligo/898)  
[https://www.hazipatika.com/napi\\_egeszseg/latas/cikkek/mi\\_a\\_szemm\\_utacio/20191021124229](https://www.hazipatika.com/napi_egeszseg/latas/cikkek/mi_a_szemm_utacio/20191021124229)  
[http://www.orvostortenelem.hu/tankonyvek/tk-05/pdf/6.5/elettudomanyi\\_kutatasok.pdf](http://www.orvostortenelem.hu/tankonyvek/tk-05/pdf/6.5/elettudomanyi_kutatasok.pdf)

## About some Hungarian Contributions to Genetics in Romania

*Genetics-200 International Scientific Student Competition*  
Zsoldos Enikő, Márton Sarolta (teacher)  
Kemény Zsigmond Elméleti Líceum, Szamosújvár, RO  
[zsoldos145@gmail.com](mailto:zsoldos145@gmail.com)

### Abstract:

Zsoldos E., Márton S., 2020, *About some Hungarian Contributiona to genetics in Romania*. A lecture presented in the „Genetics 200 International Student Science Competition & Webinar, 12. 05. 2020.

**Keywords:** Transsylvania, Hungarian University of Transsylvania, Hungarian University of Cluj-Napoca, Lazányi Endre, Imre István, anaphase test, Transsylvanian gigant rabbit, Sapientia University of Transsylvania

**PP**

[http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Romanai\\_magyar\\_genetika\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Romanai_magyar_genetika_PP.pptx)

Genetics is the science dealing with the inheritance and variability of traits. It studies the inheritance of traits, how genetic information is transmitted from generation to generation, how the relative stability remains, how it would express itself and how it would change. Understanding inheritance and variability helps understand life itself. In Transsylvania genetics flourished early, but it got interrupted by history. Due to many ideological attacks, it remained stagnant and for a long time was dead, but we never gave up, we were hopeful and believed that despite all

this suffering this science will prevail. To understand our current situation we must know the past.

### **What happened in the past?**

On November 23-rd 1859 the Transylvanian Museum Association was formed, which became the initiator and supporter of the motherland's Hungarian scholarship, and became a part of the Hungarian University of Transsylvania, which was founded a decade later. The period from the establishment of the Transylvanian Museum Association and the Hungarian University of Cluj-Napoca until the Romanian occupation was the golden age of Transylvanian scientific education. With the "political turn" after the end of World War I (1918-1940), the employees of the university became unemployed, and the Hungarians of Transsylvania were left without institutions. At the end of World War II, the Romanian authorities expropriated the entire property of the university, leaving only three buildings and a few assets. This was the period when 3-5 students were sitting at a microscope in Bolyai University. With the liquidation of the Bolyai University of Science (1959), everything became hopeless, due to the demotion of education and that of the research, and we lagged far behind. After 1990 a resurgence was due to the support from Hungary, but in the Green Book of the Hungarian Academy of Sciences out of 299 researchers only one was assigned to genetics.

## The Genetic School from Cluj

The first outstanding personality of the scientific community we call here „*The Genetic School from Cluj*” was without any doubt the Székely-Hungarian József Gelei. His works (correspondance, papers, monographs) published between 1910-1930 in Hungarian and German about the longitudinal pairing of the maternal and paternal chromosomes during meiosis, and the relevance of this process in the heredity of traits represented the cutting edge of genetics in his time. Even a short review of his achievements exceeds the frame of our presentation. For thus interested in the subject we recommande from the bibliography of our Genetics-200 science competition the 7th title in the: <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>.

In the folowing we will discuss only about Lazányi Endre, Imreh István and Valenti-Petrescu-Mag.

Lazányi Endre: (1914-2009) reported on his genetic achievements as a Romanian delegate at the Mendel Memorial Conference in Brno (1965). The focus of his publications was on mutation and chromosome research. He studied the effect of various chemicals and ionizing rays on the genetic material of *Vicia faba* and the chromosomal aberrations of this plant. He initiated the domestic breeding of fodder barley.

Imreh István: (1945-) was engaged as a biologist in the Nuclear Medicine Laboratory of the County Clinic in Cluj-

Napoca (1968), and later headed the radiation genetics laboratory of the clinic. Its most important research results are the development of an anaphase test, the study of the fusion of mammalian cells, and the introduction of chromosomal examinations of persons of medical, professional and accidental radiation exposure in Romania.

Valentin Petrescu-Mag created the first rabbit breed in Romania: a Transylvanian giant rabbit.

### **Briefly about the current situation**

Genetics needs more attention and support in Transsylvania. In the current circumstances it is very difficult to keep up with the spectacular development of the discipline. The health care system is stagnant; there is a geneticist per one million inhabitants, compared to 6 per 1 million in Hungary.

Properly trained research teams and laboratories equipped with modern instruments are needed. Without solving the financial problems we cannot catch up with Europe's natural science research and we cannot make up for the shortcomings created by Transsylvania's historical past. In addition to education in the mother tongue, communication in the world language is also necessary, which may protect us against isolation.

The Sapientia University of Transsylvania will hopefully make this possible.



Zsoldos Enikő és Márton Sarolta (vezetőtanár), Kemény  
Zsigmond Elméleti Líceum, Szamosújvár, Románia, az  
„Adatok a romániai genetika történetéhez” c. pályamunka  
szerzői. Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny  
& Webinárium, 2020.03.12.



## **Festetics Imre élete és munkássága**

Dzsobák Patrik, Kovács Amadé, Leányvári Éva  
(vezetőtanár)

Szent Benedek Középiskola Budapesti Tagintézménye,  
11. A; 1083. Budapest, Práter utca 11. E-velezési cím:  
[leanyvarieva@gmail.com](mailto:leanyvarieva@gmail.com)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én

**PP** [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Festetics Imre PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Festetics%20Imre%20PP.pptx)

### **Összefoglaló**

Dzsobák P., Kovács A., Leányvári É., 2020, Festetics Imre élete és munkássága. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.

Az előadás Festetics Imre tanuló - és katonaéveit, családjához való viszonyát és a beltenyésztésről, valamint a „Természet Genetikai Törvényeiről” vallott nézeteit tekinti át tömören.

**Kulcsszavak:** Festetics Imre, beltenyésztés, genetikai törvények

### **Abstract**

Dzsobák P., Kovács A., Leányvári É., 2020, The life and works of Festetics Imre élete és munkássága. A lecture presented in „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*,

The lecture presents briefly the studies, the military carieer, the family life and the scientific achievements of Festetics Imre.

**Keywords:** Festetics Imre, inbreeding, genetic laws

### **Festetics Imre gyerekkora és ifjúkora**

Született Simaságon 1764. december 2.-án. Édesapja a tolnai gróf Festetics Pál. Édesanyja Bossányi Júlia.

Tanítója sokáig Nagy Jeromos volt, aki németre, latinra és történelme tanította.

1782-ben katonának állt, a Levenehr könnyűlovas ezredben kapitányi rangja volt. Részt vett a délvidéki törökellenes harcokban. Bukarestnél megsebesült, lemondott rangjáról majd kérte felmentését szolgálatai alól.

Apja végrendeletében egyenlő vagyoneosztást szeretett volna, de testvére György birtokaik egyben tartása mellett döntött, ezért Imrének 200 ezer forintot ajánlott fel. Később György lemondott a simonyi birtokról és 400 ezer forint kifizetését vállalta.

1791-ben feleségül vette Boronkay Katalint, akitől két fia és egy lánya született.

A családi hagyományokat követve 1803-tól ő is juhtenyésztésbe fogott egy kis merinó nyájjal.

1807-ben tagja volt az országgyűlés határszéli országos választmányának.

1812-ben, Boronkay Katalin halála után feleségül vette Vízkeleti Borbálát.

### **A beltenyésztésről ... Über Inzucht**

A beltenyésztés és a Természet genetikai Törvényei 4 pontban:

1. Az erőteljes és egészséges állatok többnyire továbbadják jellegzetes tulajdonságaikat.



2. A nagyszülők azon tulajdonságai, amelyek különböznek utódaik tulajdonságaitól, ismét megjelennek a következő nemzedékben.
3. Azok közé az állatok közé, amelyek több nemzedéken keresztül birtokában voltak a nekik megfelelő sajátosságoknak, olyan utódok is kerülhetnek, amelyeknek eltérő jellegzetességei vannak. Ezek a természet játéka.
4. A törzsállatok lehető legalaposabb kiválasztása fontos feltétel a beltenyésztésnél. Fontos, hogy az adott állat hordozza a szükséges jellegeket. Ajánlatos vezetni a beltenyésztési naplót.

Festetics Imre lényegében felismerte az öröklődés néhány fontos alapelvét. Előfutára volt néhány genetikus munkásságának, mint például Gregor Mendel vagy Hugo de Vries.

1819 áprilisában közölte Festetics Imre Mendel városában, Brünnben „*A beltenyésztésről*” (*Über Inzucht*) címmel írott tudományos vitázó cikkét. Először használta a „genetika/i törvények” szakkifejezést, és először fogalmazta meg a „természet genetikai törvényei”-t. Kimondta, hogy ezek a törvények:

1. különböznek minden ismert természeti törvénytől;
2. belsőleg, azaz nem a környezet által meghatározottak;
3. kísérleti úton, matematikai módszerekkel kutathatók;
4. emberre, állatra, növényre egyaránt érvényesek;
5. a „genetikai törvények” állnak a (mesterséges és természetes) szelekció alapján.

Felismeréseinek filozófiai jelentősége is van, mivel az a (genetikai) információ elsődlegességére vonatkozik az anyag és energia, az élet és az értelem szerveződésében. Festetics elsőbbségét senki sem vitatta az 1989-es dokumentumok újrafelfedezése óta.

## A növények genetikája

### **Rudolf Geschwind és Johann Gregor Mendel munkássága**

Karsai Johanna Sára, Szűcs Kata, Kohári György  
(vezetőtanár)

Karolina Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti  
Iskola és Kollégium, Szeged. E-vezetés: Kohári György  
[alliatgyorgy@gmail.com](mailto:alliatgyorgy@gmail.com)

Előadás a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és  
Webináriumon, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Geschwind es Mendel PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Geschwind_es_Mendel_PP.pptx)**

#### **Összefoglaló**

Karsai J.S., Szűcs K., Kohári Gy., 2020, *A növények genetikája. Rudolf Geschwind és Johann Gregor Mendel munkássága.* Előadás a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon, 2020. március 12-én.

Georg Mendel munkássága eléggé ismert, de a vele egy időben alkotó nemesítő munkát végzők munkásságáról jóval ritkábban lehet hallani. Ebben a dolgozatban Mendel és egyik kortársa, Rudolf Geschwind életének, tudományos munkásságának a párhuzamait mutatjuk be.

**Kulcsszavak:** genetika, növénynemesítés, rózsanemesítés

#### **Abstract**

Karsai J.S., Szűcs K., Kohári Gy., 2020, *Plant genetics: the works of Rudolf Geschwind and Johann Gregor Mendel.* A lecture presented in the „Genetics 200 International Student Science Competition & Webinar, 12. 05. 2020.

The lecture presents some parallelisms between the works of G. Mendel and his contemporary, R. Geschwind.

**Keywords:** Mendel, Geschwind, genetics, plant /rose/ breeding

Dolgozatunkban arra a kérdésre válaszolunk, hogy Mendel kortársai milyen munkát végeztek a növényi hibridek előállítására terén. Ebben a vonatkozásban egy rózsanemesítő munkásságával vetjük össze Mendel tevékenységét. Gregor Mendelt, a genetika atyjaként ismeri az utókor, minden tankönyvben így szerepel. Geschwind rózsái a mai napig nélkülözhetetlenek a rózsanemesítőknek. Bár mindketten csehországi születésűek és német anyanyelvűek voltak, a köztük lévő különbség mindössze hét év, mégsem mutat semmilyen jel arra, hogy ismerték volna egymást vagy egymás munkásságát.

Mendel, teljes nevén Johann Gregor Mendel, Heisendorfbán 1822. július 20-án született egy szudétanémet családban, és 1884. január 6-án Brünnben halt meg. A német anyanyelvű Mendelt a tudományos örökléstan megalapozójaként ismeri az utókor. 1840 és 1850 között bölcsészeti tanult Csehországban, az Olmützi Filozófiai Intézetben. Mendelt érdekelte a természet, de a kutatásokra nem volt pénze, ezért belépett a brnoi, németül brünni Ágoston rendbe. 1844-48-ban lehetősége volt teológiát és mezőgazdaságot tanulni az ó-brünni Ágoston rendi kolostorban.

Pappá szentelése után, 1851 és 1853 között Bécsben járt egyetemre, miközben fejleszthette matematika tudását és megismerkedhetett az atomelmélettel. Mendelt érdekelték a növények fajtái, változatai, azok képződése és evolúciós jelenségei. Először egy dísznövény atípusos változatát és egy típusnövényt ültetett egymás mellé. A növények utódait szintén egymás mellett nevelte az azonos tulajdonságok elérése érdekében. Meg akarta figyelni, hogy a környezet hogyan befolyásolja az élőlények jellemzőit. Kísérletének eredményeképpen megfigyelte, hogy mindkét növény utódai megtartották szüleik tulajdonságait, vagyis a környezet nem befolyásolta őket, vagy csak kis mértékben. Ezen egyszerű kísérlet után kezdte el keresni az öröklődés működését. Kísérleteit a borsók megfelelő tulajdonságainak irányított

keresztezésével folytatta. Ezt az irányított keresztezést lehetővé tette a borsó pillangós virágának szerkezete, és az, hogy a növényeken lévő virágok ivarszerveit, vagyis a porzókat és a bibét, eltávolította. Ezáltal jöttek létre az anyai bibés magtermő és az apai porzós szülők.

Precízen eltervezett keresztezési kísérleteiben először is előállította a homozigóta szülői nemzedéket, amelyben a két szülő egy vagy két meghatározható tulajdonságban (pl.: magalak, szín) különbözött. Egy tulajdonságot vizsgálva létrehozta az első (F1) utódnemzedéket, amelyek mindegyike egyforma lett. Ezt Mendel az 1. szabályában foglalja össze, miszerint homozigóta szülők esetén az első utódnemzedék minden tagja egyforma, fenotípusa és genotípusa szerint is. Ezek egymásközi keresztezésével hozta létre az F2, második utódnemzedéket. Itt az eredeti szülői tulajdonságok újra megjelennek. Ez Mendel 2. szabálya. Több tulajdonságot vizsgálva figyelhette meg, hogy a tulajdonságok egymástól függetlenül öröklődnek és szabadon kombinálódnak, ami Mendel 3. szabálya.

Ezeket a megfigyeléseket és következtetéseit a feljebb, részben felsorolt szabályokba foglalva 1865-ben adta elő a Brünni Természetvizsgáló Egyesület ülésén, majd publikálta 1866-ban *Versuche über Pflanzen-Hybriden* címmel. Munkája közben rájött az öröklődés bizonyos szabályaira. A növényeknek különböző és állandó tulajdonságokkal kell rendelkezniük, ki kell küszöbölni a nem kívánt megporzásokat, csak az irányított keresztezéseket szabad megengedni, a hibridek és utódaik ne szenvedjenek termékenyülési zavart. Munkájának eredménye a Mendel-szabályok, amelyek leírják az örökletes faktorok átjutásának törvényszerűségeit a nemzedékek között. Megfigyelte, hogy ha két különböző faktor van jelen, akkor az egyik domináns hatású lesz, míg a másik recesszív, vagyis rejtőzködő. Ilyenkor a hibrid domináns génnek megfelelő tulajdonságot fog mutatni, de két recesszív tulajdonság összekerülésével a következő nemzedékben megjelenik a rejtőzködő tulajdonság. Mendel azt is megfigyelte, hogy van

olyan eset, amikor sem a domináns, sem a recesszív alak nem mutatkozik, hanem a két faktor egy köztes tulajdonságot határoz meg. Munkáját rendi előjáróinak tudtával és támogatásával végezte.

Munkásságának hatása a maga korában nem volt túl jelentős. Következtetéseit kortársai nem értették meg, és nem foglalkoztak vele. Ennek okai részben az evolúcióval kapcsolatos kutatások voltak. Mendel úgy halt meg, hogy nem tudta mekkora a felfedezésének a jelentősége. 1900-ban fedezte fel újra két cseh-osztrák és egy holland botanikus (Carl Correns, Erich von Tschermak, Hugo de Vries) Mendel kutatási eredményeit, és nevezték el Mendel-szabályoknak és adták meg a pontos megfogalmazásait. Mendelt halála után a Ferenc József-renddel tüntették ki.

Rudolf Geschwind 1829. augusztus 29-én született Teplitzben, német szülők gyermekeként. A Prágai Művészeti Akadémiára járt, majd a Selmezbányai Bányászati Erdészeti és Kohászati Akadémián folytatta tanulmányait, amit 1852-ben fejezett be. Ezután 1860-ig az akkori Magyarországon, Fondóban később Bród közelében kapott munkát. Fiai közül (Rezső és Lipót) az idősebb szintén erdész lett.

Sosem tanult meg magyarul beszélni, egész életében német nyelven írt. 1867-ben elhagyta Magyarországot, majd 5 év után visszatért, és Korpona város erdőszestere lett. Lehetőségeket keresett arra, hogy a nemesített díszfákat az erdőgazdaságban is hasznosítani tudják. Később elhanyagolta az erdészeti kutatásokat, mert a rózsák jobban érdekelték. Már Korponán élt, amikor felajánlottak számára egy prágai egyetemi oktatói állást, de nem fogadta el. Minden idejét a rózsakertjének és a rózsanemesítésnek szentelte. Erről a szenvedélyéről azt állította: „a rózsák iránti szeretetemet egy furcsa véletlennek köszönhetem.” Nagybátyja rózsáit akarta megmenteni, kísérlete várakozáson felül sikeredett, megmentette a régi töveket. Ettől kezdve szenvedélyes rózsaimádó lett. Több mint 60 évig foglalkozott kezdetben erdőalkotó fák, későbbi évtizedekben

rózsák nemesítésével. Családja mellett saját kasszából finanszírozta kutatásait. Rózsáival több kiállításon vett részt, saját korának ismert rózsanemesítőjévé vált. Erdészként mindig rá volt utalva mások segítségére, ha a rózsák szaporításáról illetve árusításáról volt szó. Nem volt jó üzletember, és nem talált olyan mecénást, aki felkarolta volna őt munkájában.

Rudolf Geschwind a nemesítési hagyományoktól eltérően dolgozott. Minden fellelhető vadrózsát kerti felhasználhatóság szempontjából vizsgált. Fontos volt számára a rózsák színbeli sajátosságait tartós virágzattal egyesíteni. Mindig arra törekedett, hogy télálló rózsákat alkosson. Saját korában sok tea és noisette típusú rózsát forgalmaztak, ezek azonban fagyérzékenyek voltak. Felismerte, hogy a rózsák hidegtűrésre történő nemesítése lehetséges komplex fajkeresztezéssel. Kutatásához 35 rózsafajt használt. Ennek köszönhető a „Nordlandrosen” fajták megszületése, amelyek a világ zord tájain is megélnek. Mendellel egy időben azt állapította meg, hogy az első nemzedékben többségében a gyenge tulajdonságok jelennek meg. (Több rózsza tulajdonságra figyelt, az F1 nemzedékben általában nem kapott a nemesítési célként kitűzött fajtákat.) Nemesítő munkájának legelismertebb rózsája egy középpiros futórózsza, ami a Gruss an Teplitz nevet kapta.

1910. augusztus 24-én hunyt el Korponán. Kívánságára egy gesztenyefát ültettek a sírjára, mely ma már nincs a sírja mellett. Halála után a híres „rózsagrófnő” Chotek Mária felvásárolta a gyűjteményét és tovább folytatta a magoncok értékelését. A grófnő létesítette a kor egyik legismertebb rozáriumát, amely sajnos a II. világháborúban teljesen elpusztult. Geschwind nem ért el sikereket életében, munkássága feledésbe merült, majd a 150. születésnapja alkalmából Servais Lejeune rózsza szakíró emlékezett meg róla az általa kiadott Rózsaaalmanach 1979/1980 évi kötetében. Ebben a könyvben Geschwind életrajza, néhány cikke és fajtáinak leírásai jelentek meg. Geschwindet mint növénynemesítőt, már jóval korábban számon tartották külföldön. Az ismertebb genetikus, Gregor

Mendelt és kortársait kutatva Vitežlav Orel és Weiling figyeltek fel először Geschwind könyvének jelentőségére. Geschwind 1885-ös *Die Hybridation und Sämlingszucht der Rosen* című művét első megjelenése óta kétszer újra kiadták.

Az összehasonlítás szempontja	Mendel	Geschwind
Születési hely:	Csehország, Heinzendorf	Csehország, Teplitz
Anyanyelv, nyelvtudás	Német, cseh	Német, cseh, szlovák
Iskolák	Olmützi Egyetem, Bécsi Egyetem	Prágai Művészeti Akadémia, Selmezbányai Bányászati, Erdészeti és Kohászati Akadémia
Mit tekintett a tudományos munka céljának:	A tulajdonságok öröklődésének „faktorait” igyekezett megismerni, az öröklődés <b>elmélete</b> érdekelte.	Erdészetileg jobban hasznosítható fafajtákat kívánt előállítani. A legkorábbi erdészeti növény-nemesítő. Később rózsá nemesítéssel foglalkozott, hidegtűrő fajtaival, magyar futórózsáival szerzett hírnevet. Munkássága a

		nemesítés <b>gyakorlatára</b> irányult.
Publikációik	Egy jelentős tanulmány	Több nemesítésről szóló szakkönyv, számos szakcikk
„Elfelejtésük” ideje jelentős tanulmányaik megjelenésétől számítva	34 év	120 év
Munkásságuk jelentősége	A genetika tudományának megalapítója	A világ egyik legjelentősebb rózsanemesítője, az első erdészeti növénynemesítő.
Munkásságuk utóélete	Brnóban Mendel Múzeum, tudományos központ ápolja örökségét.	Rózsái több külföldi és hazai rozárium becses növényei, életművével több konferencia foglalkozott Szlovákiában és Magyarországon.

Mendel és Geschwind kutatása között az a különbség, hogy Mendelt az összefüggések, míg Geschwindet az eredmény érdekelte. Saját korukban nem értékelték őket jelentőségük szerint és valószínűleg még ők maguk sem voltak tisztában teljesen azzal, hogy mit fedeztek fel. Az utókor, vagyis mi, hajlamosak vagyunk egy kiemelkedő teljesítményt egyedinek gondolni, holott voltak többen is, akik hasonló kutatásokkal foglalkoztak, mint például Festetics Imre, Charles Darwin és



még sokan mások. Ezen kutatások összehasonlításával ítéldhetjük meg egy-egy kutató jelentőségét és kaphatunk objektív képet.

### **Felhasznált irodalom:**

Buchmann A., Unmuth E., 2011, *Rudolf Geschwind (1829-1910)*. Gesellschaft Deutscher Rosenfreunde Rosenjahrbuch pp. 43-132.

Orel V., 1986, *History of Plant Hybridization According to Mendel's Contemporary Rudolf Geschwind*. History and Philosophy of the Life Sciences, Vol. 8, No. 2 pp. 251-263 Published by: Stazione Zoologica Anton Dohrn - Napoli Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/23328664> . Accessed: 20/06/2014 17:13

Wikipedia: Gregor Mendel

Szabó T.E.A., 1976, *A genetika évszázada. Válogatás Gregor Mendel, Francis Galton, August Weismann, Gelei József, Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, James D. Watson... Ny. Vavilov és Julian S. Huxley írásaiból*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, pg. 63-80.

Lásd még a GENETIKA-200 online bibliográfiáját: <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>



Szücs Kata, Karsai Johanna Sára és Kohári György (vezetőtanár),  
a Karolina Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti  
Iskola és Kollégium, Szeged. II. helyezett előadásának a szerző a  
„Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és  
Webináriumon, (2020. március 12.)

## **Temesvár, a mesterséges humán- megtermékenyítés romániai bölcsője**

Floca Larissa, Balog Szandra, Tóth Kinga (vezetőtanár)

Bartók Béla Elméleti Líceum Temesvár  
[kingatoth@yahoo.com](mailto:kingatoth@yahoo.com)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Temesvari\\_bolcso\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Temesvari_bolcso_PP.pptx)**

### **Összefoglaló**

Floca L., Balog Sz., Tóth K., (vezetőtanár), 2020, Temesvár, a mesterséges humán-megtermékenyítés romániai bölcsője. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

A biológiai, lelki és szociális tényezők különböző mértékben, egymást befolyásolva okozhatnak meddőséget. A gyermek után vágyó párok számára a mesterséges megtermékenyítés lehet az egyetlen megoldás. Dolgozatunkban a mesterséges megtermékenyítés történetét foglaljuk össze, részletesen tárgyalva az első romániai lombikbébi történetét. Az in vitro megtermékenyítés romániai sikertörténete Temesváron kezdődött 1996-ban, amikor megszületik az első mesterségesen fogant gyermek. A romániai in vitro megtermékenyítés 2005-ben kerül a nemzetközi érdeklődés középpontjába, amikor a 66 éves Adriana Iliescu egy sperma- és egy petesejtdonor igénybevételével létrejött gyermeke megszületik. Jelenleg szinte minden országban szabályozzák az asszisztált reprodukciót, mivel a módszer számos etikai problémát vet fel.

**Kulcsszavak:** mesterséges megtermékenyítés, in vitro megtermékenyítés, Románia, etikai kérdések.

## **Abstract**

Floca L., Balog Sz., Tóth K., (teacher), 2020, In vitro human fertilization: the Romanian Experiences. A lecture presented in the „*Genetics 200 International Student Science Competition & Webinar*, 12. 05. 2020.

Infertility could be caused by biological, psychological and social factors. These factors may often combine in generating infertility. In some cases, artificial insemination may be the only solution. In our paper we first summarize the history of in vitro fertilization and then discuss in detail the story of the first so called “test tube baby” in Romania. The first successful birth of a child after IVF treatment in Romania, happened in 1996 in Timisoara. Adriana Iliescu held the record as the oldest woman to give birth using IVF and a donor egg, when she gave birth in 2005 at the age of 66. In our paper we also discuss the main ethical problems involved in in-vitro fertilization.

**Keywords:** assisted reproductive techniques, IVF history, Romania, ethical aspects.

## **1. A mesterséges megtermékenyítés rövid története a világban**

A görcsös vágy a gyermek után nagyon sok párt érint. Hazánkban is sok párnál, ismert vagy ismeretlen eredetű meddőségről beszélhetünk. A gyermek után vágyó párok problémája gyógyszeresen vagy műtéti beavatkozással ha nem kezelhető, akkor legtöbb esetben a mesterséges megtermékenyítés lehet az egyetlen megoldás. A biológiai, lelki és szociális faktorok különböző mértékben, egymást befolyásolva okozhatnak szervi problémákat, így meddőséget.

A legfontosabb szerepe a biológiai tényezőknek van, ezek közül a női meddőség legfontosabb okai között szerepel a petevezeték-elzáródás, ovulációs rendellenességek, endometriózis, policisztás petefészek szindróma (PCOS) és a korai menopauza.

A férfi meddőség főbb okai a gyenge minőségű sperma, az alacsony spermaszám, genetikai problémák és különböző nemi betegségek. Mindkét nemnél szerepet játszik a túlsúly és életkor, mint biológiai faktor. Ezek mellett meg kell említenünk a lelki okokat is, hiszen a stressz hosszú távon szorongás és depresszió kialakulásához vezethet, ami meddőségi zavarokat okozhat.

A meddőség kezelésének azon lehetősége, hogy a petesejtet testen kívül - in vitro, azaz üvegcsőben - termékenyítsék meg, illetve, hogy ezt, a fejlődés legkorábbi szakaszában lévő embrió-kezdeményt visszaültethessék a méhbe, régóta foglalkoztatta a tudósokat. A lehetőség elképzelésként már azelőtt felmerült, hogy a megfelelő biológiai vagy fiziológiai tudás a rendelkezésre állt volna, ám ezek hiányában a kísérletek rendre elbuktak. A legkorábbi feljegyzett ilyen kísérlet Schenk bécsi embriológus nevéhez köthető, akit az 1880-as években a pusztá kíváncsiság vezérelt: nyulakat, illetve tengerimalacokat próbált mesterségesen megtermékenyíteni. Walter Heape szintén nyulakon végzett kísérleteket, ráadásul sikeresen: egy fejlődése korai szakaszában lévő embriót vett ki a petevezetékéből és ültetett át egy "béranyába" 1891-ben.

Az 1950-es években végül sikerrel jártak az in vitro megtermékenyítés kísérletei: előbb Charles Thibault-nak, majd néhány évvel később M. C. Changnak sikerült élő állatokat világra segíteni in vitro megtermékenyített sejtekből.

Az 1950-es években - Landrum Brewer Shettles kezdte el vizsgálni a meddőség kezelhetőségét in vitro fertilizáció útján. Az 1960-as évek elején egy megtermékenyített petesejtet hat napig tartott életben, majd egy nő méhébe juttatta, ahol az embrió – Shettles állítása szerint – fejlődésnek is indult, azonban a klinika vezetője az embriót tízhetes korában eltávolíttatta, arra hivatkozván, hogy etikátlan emberkísérletre nem adhat engedélyt.

Ezt követően egyre több figyelem jutott a mesterséges megtermékenyítés megfelelő körülményeinek, folyamatosan javították, finomították a technikákat. 1961-ben először sikerült

laparoszkópiát alkalmazni a petesejt kinyeréséhez. 1965-ben pedig amerikai tudósok újra elkezdtek próbálkozni emberi petesejtek mesterséges megtermékenyítésével. A "technikai" részletek mellett egyre többet foglalkoztak az ovulációt és terhességet kísérő hormonális változásokkal is. Ennek köszönhetően pontosan meg tudták határozni a petesejt kinyerésének ideális időpontját. Szintén áttörést jelentett, mikor végre megfelelő táptalajt tudtak biztosítani az in vitro megtermékenyüléshez. A laparoszkópia alkalmazásával még könnyebbé vált a petesejtek kinyerése (ehhez korábban komoly alhasi műtetre volt szükség).

1973-ban ausztrál tudósok, Carl Wood és John Leeton bejelentették, hogy létrejött az első olyan terhesség, melyhez in vitro megtermékenyített embriót használtak; később ezt "biokémiai" terhességnek minősítették.

1978 júliusában, Patrick Steptoe és Robert Edwards tízéves munkájának eredményeként végül megszületett az első lombikbébi, a brit Louise Brown. Ezt a következő években további babák követték Ausztráliában, az Egyesült Államokban, Franciaországban, Svédországban. 1982-ben megszülettek az első ikrek is. 1983-ban pedig az első donor petesejtből származó kisbaba. Szintén ebben az évben megszületett az első, fagyasztott embrióból kifejlődött baba. A következő időszakban kiderült az is, hogy a mesterséges megtermékenyítést a meddőség több formájánál, így például alacsony spermiumszám esetén is sikerrel lehet alkalmazni.

Az 1978-as első egészséges lombikbaba születését követően az elmúlt harminc évben több mint hárommillió kisbaba jött a világra, az in vitro megtermékenyítést követően. Minden negyedik kísérlet sikeres, és a tudósok folyamatosan kutatják az újabb és újabb módszereket, hogy minél több, korábban meddő párnak születhessen gyermeke.

## 2. Az in vitro sikertörténet Temesváron

A romániai mesterséges megtermékenyítés kezdete *Prof. Dr. Ioan Munteanu* nevéhez fűződik, aki létrehozta az 1989-es forradalom után a Román-Magyar, illetve a Román-Német Nőgyógyászati Társaságot. Munteanu professzor 1987 - 2008 között volt a temesvári „Bega” Nőgyógyászati Klinika vezetője. 1989-ben az ő irányítása alatt a temesvári „Bega” Nőgyógyászati Klinika és a heidelbergi Unifrau Klinika között létrejött testvérkapcsolat biztosította, hogy anyagi és szakemberi segítséggel sikerült a következő években elegendő információt és felszereltséget nyerni ahhoz, hogy beinduljon Romániában is a mesterséges megtermékenyítés módszerének használata. A temesvári klinika rövid időn belül heidelbergi segítséggel laparoszkóphoz jut, így már semmi nem állhatott a siker útjába.

1996 február 6-án megszületik az első mesterséges megtermékenyítéssel fogant gyermek Temesváron, akinek neve Daniel. A temesvári mesterséges megtermékenyítés szakembereinek csapata *Prof. Dr. Ioan Munteanu, Prof. Dr. Thomas Rabe, Prof. Dr. biolog Iacob Checiu, Dr. Sorina Policec, Dr. Marius Craina, Dr. Gheorghe Budău, Dr. Mariana Velişcu* orvosokból biológusokból és embrióológusokból állt.

Ugyanabban az évben már megtörténik Temesváron az első embriotaszfer, kihordó anyába, ahol a meddő anya édesanyja hordja ki a gyereket, mivel az anya méhe annyira fejletlen volt, hogy nem tudott kihordani egy terhességet. Sok vetéles után eljött a pillanat amikor gyerekek örülhetett egy olyan házaspár, akiknek másképp gyerekek nem születhetett volna. Mindkét gaméta a szülőktől származott, így a nagymama hordta ki lánya helyett a gyereket.

1996 mozgalmas év volt, május 22-25 között tartották Temesváron A Terhesség Fiziopatológiájának 28. Kongresszusát, melynek házigazdája a temesvári „Bega” Nőgyógyászati Klinika. Ez a pillanat volt a kitörés más klinikák fele Romániában, sok román nőgyógyász és biológus vett részt a kongresszuson.

A következő években kettes, hármas, négyes „in vitro” ikrek is születnek és 2001-ben, 50 éves anyának születik gyermeke Temesváron. Ezekben az években több gyermek is születik, kihordó anyáktól is. A kongresszus után folytatódik a történet románia más nőgyógyászati klinikáin is. Ma már több klinika is van az országban, ahol mesterséges megtermékenyítést végeznek. A legkiemelkedőbb események közé tartozik, hogy 2002 márciusában létrehozzák az első fagyasztott embrióból származó terhességet Bukarestben. 2005 január 16-án megszületik egy majdnem 67 éves anya gyermeke Bukarestben (sokat vitatott eset). A bukaresti professzorasszony, Adriana Iliescu 66 éves korában adott életet a mesterséges megtermékenyítés útján, egy sperma- és egy petesejt donor igénybevételével megfogant lányának, Elizának.

2013-ban nőgyógyász orvosok, embriológusok, hipofertilitásban szenvedő betegek nyilatkozatot írnak a minisztériumnak, melyben kérik az anyagi támogatást a módszer alkalmazására, mivel eddig csak jó anyagi háttérrel rendelkező párok vehették igénybe ezt a módszert. Sajnos a mai napig nehézkesen működik az állami finanszírozás. Szigorú keretek szabályozzák a módszer igénybevételét, hosszú időt igényel a kérelem jóváhagyása, pedig az idő nagyon értékes a kifutó időben lévő párok számára, mivel legtöbb pár már túl van a 35 éven.

### **3. A módszer lényege**

Első lépésként a lehető legkisebb mértékű hormonális stimulációval a petefészkeket több tüsző növelésére serkentik. A megfelelő ciklusnapokon ultrahanggal ellenőrzik a tüszők érését. Optimális érettségi állapot esetén – rövid altatásban – egy vékony tűvel, ultrahang-vezérlés mellett, hüvelyen keresztül leszívják a petesejteket tartalmazó tüszőtartalmat. Ezután a tüszőfolyadékban a petesejteket sztereomikroszkóp segítségével, magasan képzett embriológusok megkeresik és értékeli. A

kinyert petesejteket laboratóriumi körülmények között speciális tápoldatba, illetve szövettenyésztő edénybe helyezik, amely az ivarsejtek és embriók fejlődése számára optimális körülményeket biztosít. Ekkor a pár férfitagja által leadott spermiumváladékkal egyesével megtermékenyítik a kinyert petesejteket. A megtermékenyítés a punkciót követően 3-4 órával történik, amihez a spermiumokat megfelelően előkészítik. A megtermékenyítést követő napokon az embriológusok mikroszkóp alatt ellenőrzik a sejtosztódás folyamatát, így lehetőségük van a legjobb osztódási tulajdonságot mutató embriók kiválasztására, és ezek közül a vissza nem ültetett – számszerű – embriók lefagyasztására. A megtermékenyült és szabályosan osztódó embriók visszahelyezése (embriótranszfer) a petesejt leszívástól számított 48-72, esetleg 120 órával történik. Az embriókat először a megtapadást elősegítő tápoldatban tárolják, majd egy vékony katéter segítségével ultrahang vezérelt módon juttatják a méh üregébe. Ezt a beavatkozást – mivel fájdalommal nem jár – altatás nélkül végzik. A visszaültetési eljárás során a többes terhesség esélyének elkerülésére, minimális embriószámot ültetnek be, ami már elégséges lehet a terhesség bekövetkeztéhez, de nem okoz kockázatos 3-4-es ikerterhességet.

#### **4. Etikai kérdések a módszerrel kapcsolatban**

Az első lombikbébi, a brit Louise Brown születése után sokrétű vita bontakozott ki a petesejt- és embrióadományozásról, valamint a béranyaságról és ivarsejtek lefagyasztásáról.

A Nature egy 1978-as vezércikke egyenesen a nukleáris kísérletekhez hasonlította az asszisztált reprodukció nyomán felvillanó lehetőségeket. A hetvenes évektől megindult egy napjainkig tartó fokozatos liberalizálása e területnek, s mára a jogi helyzet gyökeresen más képet mutat, mint egy fél évszázaddal korábban. A legtöbb állam esetén beszélhetünk egy korai és viszonylag rövid ideig tartó periódusról, melynek során az asszisztált reprodukciót tiltották. Ezek után szinte minden



országban különböző testületek a meddőség kezelésére és az utódok nemzésére szolgáló asszisztált reprodukciós beavatkozásokat megengedett eljárásoknak minősítették, hol több, hol kevesebb korlátozással.

Romániában 1995 és 2003 között nem létezett jogi szabályozás a mesterséges megtermékenyítéssel kapcsolatban, ezért ebben az időszakban a módszerrel kapcsolatos etikai és jogi kérdéseket meglehetősen elhallgatták, több okból kifolyólag. Az okok között megemlíthető a román ortodox egyház nagy befolyása a lakosságra (az ország 87%-a vallotta magát ortodoxnak 2002-ben (Ioan & Astarastoaie, 2008), a Ceausescu diktatúra abortusz-ellenes politikája, amelyek mind hozzájárultak ahhoz, hogy a terméketlenség problémája tabunak számítson az országban. Miután az ortodox egyház bioetikai bizottsága úgy döntött, hogy elismeri a mesterséges megtermékenyítést, amely során a párok kizárólag saját ivarsejtjeiket használhatják fel, 2004-ben a Szenátus megszavazza az első in vitro megtermékenyítést szabályozó törvényt, amely szerint homoszexuális párok nem vehetik igénybe a módszert.

Románia ebben az időszakban két esetben is a nemzetközi figyelem középpontjába kerül, a módszer etikai és jogi határait feszegetve. Sokat vitatott eset a bukaresti történész professzor anyává válása. Adriana Iliescu 66 éves korában adott életet a mesterséges megtermékenyítés útján, egy sperma- és egy petesejtdonor igénybevételével megfogant lányának, Elizának. A másik esetben, egy romániai klinikáról derült ki, hogy petesejt kereskedelemmel foglalkozott, amely során petesejteket szívtak le a donorok tudta nélkül és ezeket egy londoni klinikán beültetésre váró nőknek adták el.

Napjainkban a legnagyobb etikai és jogi problémát a petesejt kereskedelem jelenti Romániában. A temesvári Athena Hospital magánkórház görög orvosa és biológusa 2014-ben bukott le, amikor kitudódott, hogy petesejtekkel és a megtermékenyített petéket kihordó béranyákkal látták el a

feketepiacon Romániát és a nyugati országokat. Sajnos jelen pillanatban sok nő számára az in vitro eljárások nem a gyerekvállalást biztosítják, hanem a megélhetést. Ők azok, akik szociális és gazdasági okok miatt petesejtekkel látják el Európa országait (Nahman, 2013, 2016) a jobb megélhetés reményében, ahogyan azt számos riportalany állítja.



*A módszer folyamatábrája*

#### **Források**

- [https://www.babaszoba.hu/articles/terhesseg/Babak\\_a\\_lombikbol\\_az\\_IVF\\_r ovid\\_tortenete?aid=20100429153143](https://www.babaszoba.hu/articles/terhesseg/Babak_a_lombikbol_az_IVF_r ovid_tortenete?aid=20100429153143)
- <http://ias.jak.ppke.hu/hir/ias/20111sz/12.pdf>
- [https://www.daciamedicalcenter.ro/fertilizare-vitro-cu-ajutor-de-la-stat-si-2018.html?fbclid=IwAR20eZBGDtYahqWeSOU\\_dUT1Nz3h2LszyyIBo1zk qu0o9VIv7Q8fv0X81Zo](https://www.daciamedicalcenter.ro/fertilizare-vitro-cu-ajutor-de-la-stat-si-2018.html?fbclid=IwAR20eZBGDtYahqWeSOU_dUT1Nz3h2LszyyIBo1zk qu0o9VIv7Q8fv0X81Zo)
- [https://www.news.ro/social/timisoara-medicul-ioan-munteanu-care-a-realizat-prima-fertilizare-in-vitro-din-romania-a-decedat-la-varsta-de-80-de-ani-1922401806412018052218097949?fbclid=IwAR1CD3D8\\_wBVxYgKw6NHv1lsEf7oeFa4\\_sW7KUirMeyN7gCfGAEdTQF7Aes](https://www.news.ro/social/timisoara-medicul-ioan-munteanu-care-a-realizat-prima-fertilizare-in-vitro-din-romania-a-decedat-la-varsta-de-80-de-ani-1922401806412018052218097949?fbclid=IwAR1CD3D8_wBVxYgKw6NHv1lsEf7oeFa4_sW7KUirMeyN7gCfGAEdTQF7Aes)

- <https://www.slideshare.net/SOSInfertilitatea/final-memoriu-ministru-relansare-finatare-subprogram-fiv>
- [http://panaitsarbu.ro/2011/12/29/reproducerea-umana-asistata-scurt-istoric/?fbclid=IwAR0O\\_soosCk9uZCpyDMMLCpmVYxG87Alonr0dl9SUtXYh8i2n1h7VCVXw9s](http://panaitsarbu.ro/2011/12/29/reproducerea-umana-asistata-scurt-istoric/?fbclid=IwAR0O_soosCk9uZCpyDMMLCpmVYxG87Alonr0dl9SUtXYh8i2n1h7VCVXw9s)
- [http://fertilizare-timisoara.ro/?fbclid=IwAR35f\\_F\\_jLCanItiHUIJsgkZXemBs7TXE7yNHtHBZjRmKAQrXKsTvGA1Hi7M](http://fertilizare-timisoara.ro/?fbclid=IwAR35f_F_jLCanItiHUIJsgkZXemBs7TXE7yNHtHBZjRmKAQrXKsTvGA1Hi7M)
- [http://assmb.ro/proiect/proiect-o-ans-pentru-cuplurile-infertile-fiv2?fbclid=IwAR2\\_Qr\\_F1PLm5vvPM4fIrfv-EYxCcVvapFFzjs6422mfRFHryXQ66IYeZhI](http://assmb.ro/proiect/proiect-o-ans-pentru-cuplurile-infertile-fiv2?fbclid=IwAR2_Qr_F1PLm5vvPM4fIrfv-EYxCcVvapFFzjs6422mfRFHryXQ66IYeZhI)
- [http://stiri.tvr.ro/sprijin-pentru-cuplurile-infertile-autorita-ile-vor-sa-plateasca-integral-costul-procedurii-de-fertilizare\\_855171.html?fbclid=IwAR3gVkJQPoXhmEkOJUqeByBr9cPgXGLMKslV-U7kpEZZE2VB3CSf9kp0r8Fg#view](http://stiri.tvr.ro/sprijin-pentru-cuplurile-infertile-autorita-ile-vor-sa-plateasca-integral-costul-procedurii-de-fertilizare_855171.html?fbclid=IwAR3gVkJQPoXhmEkOJUqeByBr9cPgXGLMKslV-U7kpEZZE2VB3CSf9kp0r8Fg#view)
- [https://robertkorhaz.hu/vizsgalati-ajanlo/lombikbebi-eljaras?fbclid=IwAR35KQJ4kwZCqr7KIblLc6lsNcVYBPVGNZXr2qgJqNV9xPyRe9tT\\_6LXv0](https://robertkorhaz.hu/vizsgalati-ajanlo/lombikbebi-eljaras?fbclid=IwAR35KQJ4kwZCqr7KIblLc6lsNcVYBPVGNZXr2qgJqNV9xPyRe9tT_6LXv0)
- [https://www.pressalert.ro/2017/12/centrul-de-reproducere-umana-asistata-gynatal-unic-romania-de-ce-nu-mai-trebuie-cuplurile-sa-plece-strainatate-pentru-tratarea-infertilitatii/?fbclid=IwAR2vUY6dl3S4\\_WJa1XoKRB43-UbXWAXl0YsfJH1cb6yLukxfy4nfdXsYwxQ](https://www.pressalert.ro/2017/12/centrul-de-reproducere-umana-asistata-gynatal-unic-romania-de-ce-nu-mai-trebuie-cuplurile-sa-plece-strainatate-pentru-tratarea-infertilitatii/?fbclid=IwAR2vUY6dl3S4_WJa1XoKRB43-UbXWAXl0YsfJH1cb6yLukxfy4nfdXsYwxQ)
- <https://www.yumpu.com/ro/document/read/4698405/cap-xvii-personalitati-igrisene-dupa-cum-banaterra>
- <http://tervezettbaba.hu/tudastar/a-mesterseges-megtermekenyitesrol-altalaban>

### **Források**

Firuleasa I.-L., Florescu S., Moldovan M., *Ethical Dilemmas of Intra-Vitro Fertilization*, Manag. Health, 14 (2) (2010)

Ioan B., Astarastoe V., *Ethical and Legal Aspects in Medically Assisted Human Reproduction in Romania*, Hum. Reprod. Genet. Ethics, 14 (2), pp. 2-13 (2008)

Nahman, M., *Extractions: An Ethnography of Reproductive Tourism*, Palgrave Macmillan, Basingstoke (2013)

Nahman, M., *Romanian IVF: a brief history through the 'lens' of labour, migration and global egg donation markets*, Reproductive Biomedicine & Society Online, Vol. 2, pp. 79-87 (2016)



Floca Larissa, Balog Szandra, (vezetőtanár: Tóth Kinga), a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny & Webinárium (2020.03.12.) előadói. Bartók Béla Elméleti Líceum Temesvár, [kingatoth@yahoo.com](mailto:kingatoth@yahoo.com)

## **Genetika a méhészetben**

Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta, Molnárné Litványi  
Krisztina (vezetőtanár)

Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Miskolc E-  
velezési cím: [molnarne.litvanyi.krisztina@levaygimnazium.hu](mailto:molnarne.litvanyi.krisztina@levaygimnazium.hu).

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

**PP** [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Genetika\\_a\\_meheszetben\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Genetika_a_meheszetben_PP.pptx)

### **Összefoglaló**

Fekete E., Kovács K.V., M. Litványi K., 2020, Genetika a méhészetben. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

Hogyan keveredett egy magyar gróf, Festetics Imre (1764-1847) Brünmben, Mendel városában 1818-ban – tehát fél évszázaddal a Mendel-féle törvények felfedezése előtt – egy olyan vitába, melyet éppen Festetics Imre miatt nevezhetünk „genetikai vitának”? Erről szól ez az előadás.

**Kulcsszavak:** Festetics Imre, Gregor Mendel, genetikai törvények, *Apis mellifera*, *Varroa destructor*

### **Bevezetés**

Hogyan keveredett egy magyar gróf, Festetics Imre (1764-1847), Brünmben, Mendel városában 1818-ban egy olyan vitába, melyet éppen miatta nevezhetünk „genetikai vitának”? Ez volt az a kérdés, ami felkeltette a mi érdeklődésünket is.

„*Természet vagy táplálás?*” – ez volt a brünni vita tárgya: (lásd 2. dia) vagyis az, hogy a merinói juh gyapjának a minőségét az állatok belső tulajdonságai vagy tartásuk határozza-e meg? A brünni „*Juhos Társaság*” elnöke, báró Ehrenfels

szerint, a környezet, a magyar gróf szerint pedig a „természet genetikai törvényei” határozzák meg a gyapjú minőségét.

Festetics Imre ezeket a törvényeket nevezte németül „*die genetischen Gesetze der Natur*”-nak, „a természet genetikai törvényei”-nek, egy „beltenyésztésről” írott cikkében. 1819-ben fejtette ki törvényeit, még Mendel születése előtt (*lásd 3. dia*). Négy törvénye közül a második és a harmadik párhuzamba állítható Mendel törvényeivel, melyek Festetics halála után jelentek meg.

### **A méhek kutatása a XVIII. században**

A méhek öröklődése már Gregor Mendelt is foglalkoztatta (lásd: <http://www.gelabor.hu/szigel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>). A szintén Brünmben tevékenykedő Johann Dzierżon (1811-1906) jött rá arra, hogy a herék megtermékenyítetlen, a dolgozók és a méhanya pedig megtermékenyített petékből fejlődnek. (*lásd 4. dia*)

A Habsburg Birodalomban Mária Terézia ismerte fel, hogy a méhészetet támogatni kell. 1775-ben végleg eltörölte a méhtizedet. 1765-ben létrehozza az első hazai méhészszevétséget. Festetics György gróf 1797-ben megalapította a keszthelyi Georgikont, ahol Mária Terézia támogatása nyomán kötelező lett a méhészet oktatása. Az elméleti órákon az anyásítással, bölcsőmentéssel, rajbefogással foglalkoztak. A gyakorlati órákon tanulták meg az eszközök használatát, és a mézelszedést. (*lásd 5. dia*)

Munkánkban arra kerestünk választ, hogy mit tárt fel a tudomány a mézelő méh genetikai anyagából? Illetve, hogy milyen eltérő genetikai háttérrel bírnak a méhcsaládok különböző szereplői?

### **A méhcsalád szociális élete**

A méhek, az ízeltlábúak (*Arthropoda*) törzs, rovarok (*Insecta*) osztályának, hártyásszárnyúak (*Hymenoptera*) rendjébe

tartoznak. A mézelő méh, az *Apis mellifera a* nemzetség legismertebb tagja. (lásd 7. dia)

Egy méhcsalád 10-20 anyabölcsőt épít. Amikor a bölcsőket befedik, a lárva bábbá alakul. A frissen kelt anyák életre-halálra megküzdének egymással, míg végül csak egy marad életben. Ez az anya, a dolgozó méhekkal együtt lerombolja a maradék anyabölcsőket, és ő lesz a „méhkirálynő” egy új család anyja (lásd 8. dia). Késő tavasszal rajzanak ki, ami a család természetes szaporodását biztosítja.

Az anya és a dolgozó méhek nőstények, megtermékenyített petéből fejlődnek ki és diploidok. A herék hímek, megtermékenyítetlen petéből fejlődnek és haploid kromoszómaszámmal rendelkeznek (lásd 9. dia). A fejlődési idő az anya esetében 15-16 nap, a munkáméheknél (dolgozók) 21 nap, míg a heréknél 24 nap.

### **A méheket fenyegető legnagyobb kihívás**

A *Varroa destructor* nevű, obligát ektoparazita (lásd 10. dia). A fiasítás sejtjeibe rakja a petéit, a kikelő atkák a méhlárváknak, később pedig a felnőtt méhegyedeknek hemolimfájával táplálkoznak. A *Varroa* atkával elárasztott méhkolóniák négy-hat év alatt elpusztulnak (lásd 11. dia).

### **A méhek genetikai kutatása napjainkban**

A méhek néhány viselkedési mintázata képes csökkenteni a *Varroa* atkák számát. Az egyik ilyen fontos jellemvonás a *Varroa*-szenzitív higiénikus viselkedés (VSH) (lásd 12. dia). A VSH viselkedés esetén a méhek eltávolítják a *Varroa* atkával fertőzött fiasítást a sejtekből. Ez az u.n. „felnyitó és eltávolító” (uncap, remove) viselkedés. A méhek „beleharapnak” az atkába, amik így elpusztulnak. A higiénikus tulajdonság javítható, ha csak a VSH viselkedést mutató méhvonalakat szaporítják.

Már az 1960-as években leírták a méhek higiénias viselkedésének öröklődését. A magyar méhészeti genetikai

kutatások a kilencvenes évek közepén erősödtek fel. Gödöllőn, az MBK-ban, a KÁTKI-ban, és a Debreceni Egyetemen. A tenyésztők számára fontos, hogy a tenyész-anyaguk, az egyes kórokozóktól mentes legyen, és a méhészeti genomikai kutatások hosszú távú célja is ez. (lásd 13. dia)

### Felhasznált irodalom

Bakonyi R., 2017, *A házi méh (Apis mellifera) Varroa szenzitív higiénikus viselkedéséhez kapcsolt DNS markerek fejlesztése genomikai adatok alapján*, Budapest.

Békési L., 2013, *Reziliencia és immunitás a méheknél. Betegségekre ellenálló méhek? KÁTKI, Gödöllő.*

Szabó T.E.A., 1976, *A genetika évszázada. Válogatás Gregor Mendel, Francis Galton, August Weismann, Gelei József, Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, James D. Watson... Ny. Vavilov és Julian S. Huxley írásaiból*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, pg. 63-80.

Lásd még a GENETIKA-200 online bibliográfiáját:  
<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>  
<http://www.omme.hu/wp-content/uploads/2015/12/Hazai-m%C3%A9h%C3%A9szeti-genomikai-vizsg%C3%A1latok.pdf>  
<http://www.bibl.u-szeged.hu/porta/szint/termesz/biologia/meh.hun>  
<http://mek.oszk.hu/15000/15031/15031.pdf>



Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta & Molnárné Litványi Krisztina



## **Oswald Avery, a magányos baptista, akit elkerült a Nobel-díj**

Stefan Roland, Hegedűs Patrik, Horváth Erika  
(vezetőtanár)

Cserepka János Iskola, 7633 Pécs, Radnóti u. 2.

E-velezési cím: [horvath.erika@cserepkasuli.hu](mailto:horvath.erika@cserepkasuli.hu)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és  
Webináriumon*, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Oswald\\_Avery\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Oswald_Avery_PP.pptx)**

### **Összefoglaló**

Stefan R., Hegedűs P., Horváth E. (vezetőtanár), 2020, *Oswald Avery, a magányos baptista, akit elkerült a Nobel-díj*. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.

Az előadás Oswald Theodore Avery (1877-1955), a DNS genetikai információhordozó szerepét elsőként igazoló amerikai kutató élettörténetét tekinti át a következő alapkérdések vizsgálatával: Hogy indult az életben egy baptista lelkész muzsikussá? Hogy lett a zenészből orvos, az orvusból kutató? Miért érdekelte a tüdőbaj (tuberkulózis, TBS) és a bakteriális transzformáció? Miért izgalmas genetikatörténeti dokumentum egy 1943-ban írott magánlevél? Miért tudományetikai kérdés az igazságnak – pl. egy felfedezés elsőbbségének (prioritásának) – a tisztázása? Milyen genetikatörténeti párhuzamok fedezhetők fel Festetics Imre és Oswald Avery prioritásának az elismerése között?

**Kulcsszavak:** genetikatörténet, Oswald Avery, DNS, baptista tudósok

## Abstract

Stefan R., Hegedűs P., Horváth E. (teacher), 2020, *Oswald Avery, a lonely baptist not awarded by a Nobel Prize. A lecture in Genetics-200 \* International Student Science Competition & Webinar* 12.03.2020 „In memoriam Festetics Imre (1764-1847).

The lecture is focused on the life of Oswald Theodore Avery (1877-1955), a baptist scientist from USA, who became first aware of the role of DNA as a substrate of genetic information. The following main questions are answered in the lecture: Why became musician the son of a baptist pastor? How became a young musician a medical doctor? Why was he interested in tuberculosis (TBS) and in bacterial transformation? Why is a personal letter written by Avery in 1943 an important document in the history of genetics? Why is important to reveal the truth in a scientific priority? There are any parallelisms between the fate of the priority of Emmerich Festetics (1819) and Oswald Avery (1943)?

**Keywords:** history of genetics, Oswald Avery, DNA, baptist scientists

Tisztelt Webinárium! Kedves itt lévő valós, vagy térben és időben távol lévő Virtuális Hallgatóink!

Ebben az előadásban hét kérdésre keresünk feleletet. Az első öt kérdést mi tettük fel magunknak, a hatodikat a Genetika-200 Bírálóbizottsága tette fel nekünk. A bizottság kérdésére a végén, a 6. pontban válaszolunk.

1. Alapkérdés: Kié az elsőbbség a DNS, mint az örökítő anyag, felfedezésében?
2. Hogy indult az életben egy baptista lelkész muzsikusként fia?
3. Hogy lett a zenészből orvos, az orvosból kutató?
4. Miért érdekelte a tüdőbaj (tuberkolózis, TBS) és a „transzformáció”?
5. Miért izgalmas egy 1943-ban írott magánlevél?
6. Kié az elsőbbség: genetikatörténeti párhuzamok Festetics és Avery között
  - a. Miért nincs szobra Oswald Averynek?
  - b. Miért nincs szobra Festetics Imrének?

Tiselius, svéd biokémikus, Nobel-díjas mondta: „*A világ tele van emberekkel, akiknek meg kellett volna kapniuk a Nobel-díjat, de nem kapták meg és nem is kapják meg.*” Tiselius elsősorban Oswald Averyre gondolt.

Oswald Theodore Avery 1877. október 21.-én Kanadában, Halifaxban született, egy baptista lelkész fiaként. 10 éves korában a család New York-ba költözött a lelképásztor apa munkája okán. 1892-ben édesapja, Avery tiszteletes és legidősebb testvére is meghalt és Oswald félárva maradt. A 15 éves fiatalember zenésznek készült, szárnykürtön játszott, eleinte csak az Istentiszteleteken, de később a Colgate College-ben muzsikusi oklevelet is szerzett.

Tanulmányait meglepő fordulattal a Columbia Egyetemen folytatta, ahol 1904-ben orvosi diplomát szerzett. Vajon mi készítette erre a „pálfordulásra”? *Idősebb testvére tuberkulózis okozta halála? Vagy anyja tetszhalála, amikor a "halott" asszony hirtelen felkiáltott (és 24 évet élt még?)*

Rövid háziorvosi praxisát kutatói pályafutás követte, melyet az erjesztett tejtermékek (pl. a joghurt) tanulmányozásával kezdett. Egy később divatossá vált téma érdekelte: milyen szerepe lehet ezeknek az erjesztett termékeknek az emberben található káros baktériumok elleni védekezésben? Vajon igaz az az elképzelés, hogy ezen baktériumok jelenléte az emberi bélben, javítja az ember egészségét?

Mikrobiológusként, Brooklynban publikálta első fontosabb dolgozatát a TBC kórokozójáról, és ennek eredményeként hívták meg 1913-ban a Rockefeller Intézetbe, ahol 1948-ban történt nyugdíjba vonulásáig 35 éven át dolgozott. Kutatásait a tüdőgyulladást okozó baktériumokra összpontosította. A penicillin antibiotikumok még csak évtizedek múlva készülnek el, miközben Amerikában évente több mint 50 ezer ember hal meg tüdőgyulladásban.

Amikor az Egyesült Államok belép az Első Világháborúba, Avery 40 éves volt, több, mint 30 éve élt

Amerikában, de még nem volt USA állampolgár. Ezért hiába szeretett volna tisztként csatlakozni az amerikai hadsereg orvosi testületéhez, csak magánszemélyként, a legalacsonyabb rangban teljesíthetett aktív szolgálatot. Viszont ezért megkapta az amerikai állampolgárságot.

1928-ban Griffith brit bakteriológus felfedezte, hogy a tüdőgyulladást okozó, fertőző (virulens) *Pneumococcus* baktériumtörzs kivonata képes egy másik ártalmatlan törzset fertőzővé alakítani. Abban az időben mindenki a fehérjét tartotta a transzformáló anyagnak. Avery ebben kételkedett, és 1944-ben végzett kísérleteivel megpróbálta a transzformáló anyagot pontosan, kémiaiailag is azonosítani.

Korszakalkotó eredmény született! A vizsgált baktérium fehérje (protein), cukor (poliszacharid), zsír (lipid) és nukleinsav (RNS és DNS) molekulái közül csak a DNS bizonyult hatékonynak a transzformációs kísérletekben. Csak ez tette fertőzővé azokat a törzseket, melyek egyébként ártalmatlanok voltak. Így *Avery volt az első, aki bizonyította, hogy az örökletes anyag a DNS, és a géneknek nem a fehérjéken, hanem a DNS-molekulán kell elhelyezkedniük.*

Megjegyzendő, hogy már 1935-ben csatlakozott Averyhez egy fiatal kanadai kutató, Colin MacLeod. MacLeod és Avery szokatlanul hasonló háttérrel bírt. Mindketten képzett orvosok voltak, akik a bakteriológia felé fordultak. Mindkettőjük édesapja protestáns egyházi vezető volt, és mindkét család az Egyesült Királyságból költözött Kanadába, majd mindkét család Nova Scotia-ból New Yorkba.

### **Miért izgalmas egy 1943-ban írott magánlevél?**

A tudománytörténet egyik legérdekesebb dokumentuma az a magánlevél, amit 1943-ban Avery írt a testvérének. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy Avery világosan látta felfedezésének jelentőségét, és ezzel messze megelőzte a korát

azzal, hogy munkatársaival együtt felfedezték, hogy a genetikai anyagot nem fehérjék, hanem a nukleinsavak alkotják.

Mégsem lett 1943-ban világszenzáció, nem vált közzismert és elfogadott tényné, hogy az örökítő anyag a DNS. Miért?

Először is talán azért, mert még zajlott a második világháború és ez még a tudomány embereinek a figyelmét is lekötötte. De ennél is fontosabb volt, hogy a kor molekuláris biológusainak gondolkodását döntően befolyásolta a fizikus Schrödinger, aki szerint „a gén aperiodikus kristály”. A DNS-ről pedig úgy tudták, hogy annak szerkezete monoton ismétlődő (periodikus), így nem lehet információhordozó és -átadó szerepe.

Ezt az elvet vallotta a svéd biokémikus, a Nobel-díjas Tiselius is, akinek okkal lehetett lelkiismeretfurdalása, amikor leírta a bevezetőben már idézett mondatot: *„A világ tele van emberekkel, akiknek meg kellett volna kapniuk a Nobel-díjat, de nem kapták meg és nem is kapják meg.”*

Avery, a tudományos munka szerzetese, nem vágyott az elismerésre. Ő elsősorban munkájáért élt. Soha nem házasodott meg és nem voltak gyermekei. Soha nem veszítette el a zene és a sport iránti szeretetét; kedvenc időtöltése a vitorlázás volt. Kiváló előadó volt, de vonakodott a nyilvános szerepléstől. A laboratóriumában, kutatótársasai között érezte jól magát. Mindenki csak Fess-nek szólította – ami a professzor amerikai rövidítése.

1948-ban, 71 éves korában Avery Nashville-be, Tennessee-be költözött, házat bérelt bátyja, Roy otthonának közelében, aki bakteriológiát tanított a Vanderbilti Egyetemen. 1954 nyarán megbetegedett, 1955. február 20-án, 77 éves korában halt meg májrákban.

Nincs múzeuma, nincs szobra.

Csak kevesen tudják, hogy ki is volt valójában a genetikai információt – az életünk lényegét – hordozó anyagok, a nukleinsavak (DNS, RNS) genetikai szerepének a felfedezője.

Azé az anyagé, amely most éppen a koronavírusok okán tartja rettegésben a világot.

Végezetül próbáljunk válaszolni a Bizottságunk által feltett kérdésekre:

*Kié az elsőbbség? Azaz milyen genetikatörténeti párhuzamok fedezhetők fel Festetics Imre és Oswald Avery között?*

*Miért nincs szobra Oswald Averynek?*

*Miért nincs szobra Festetics Imrének?*

Ami a párhuzamokat illeti, talán ezek jöhetnek szóba:

Mindketten „bevándorló” családból származtak: a Festeticseknek horvát gyökerei voltak Magyarországon, az Averyknek angol és kanadai az USA-ban.

Mindketten katonából lettek genetikusok.

Mindketten nagyon okosak voltak, megszállottan dolgoztak és kerülték a feltűnést.

És – ami a legfontosabb párhuzam – mindketten az emberi tudás egy-egy meghatározó elágazásának a „váltókezelői” voltak: Festetics Imre felismerte a genetika tudományának az önállóságát, Oswald Avery pedig azt, hogy ennek az önállóságnak mi a kémiai alapja.

Azt, hogy *miért nincs szobra Oswald Averynek?* Erről alighanem az amerikai baptisták is tehetnek.

*Miért nincs szobra Festetics Imrének?*

Ugye, ez egy beugrató kérdés?

Mert Festetics Imrének van szobra Magyarországon. Kettő is van. Az egyik Gyenesdiáson, a Festetics Imre Állatpark bejáratánál áll. A másik Simaságon, Festetics Imre szülőfalujának közepén, a Festetics Imre-téren.

Mindkettő a mai Webináriumunk egyik zsűritagjának, Dr. Seregi János professzor úrnak köszönhető.

## Felhasznált kiber-irodalom:

<https://profiles.nlm.nih.gov/spotlight/cc/feature/biographical-overview>  
<https://www.famousscientists.org/oswald-avery/>  
<https://www.origo.hu/tudomany/20090128-az-evolucio-molekularis-bizonyitekai-biokemiai-genetikai-genomikai-kutatasok.html>  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Avery–MacLeod–McCarty-kísérlet>  
<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-12-evfolyam/a-molekularis-genetika-eredmenyei/bakteriofagokkal-vezgett-kiserlet-a-dns-orokito-szerepenek-igazolasara>  
[http://www.hefop.u-szeged.hu/hefop\\_kk/documents/Tananyag/PTE/Genetika/chap10/ch10e.htm](http://www.hefop.u-szeged.hu/hefop_kk/documents/Tananyag/PTE/Genetika/chap10/ch10e.htm)  
<http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2011/tv1108/vene.html>  
<https://www.timetoast.com/timelines/a-genetika-merfoldkovei>  
<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0305/hargi0305.html>  
<https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=eo&tl=hu&u=https%3A%2F%2Fwww.monato.be%2F2003%2F007987.html&anno=2&sandbox=1>  
<https://www.studocu.com/hu/document/szegedi-tudomanyegyetem/molekularis-biologia/past-exams/a-dns-funkcioja-a-genetikai-kod-a-genkifejezodes-szabalyozasa-prokariotak-policisztronos-mrns-e-a-lac-operon-eukariota-intronok-es-exonok-eukariota-promoterek-szerkezete/2369535/view>  
<https://epa.oszk.hu/00700/00775/00042/560-566.html>  
[https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Oswald\\_Avery&prev=search](https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Oswald_Avery&prev=search)  
<https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=en&u=http://www.dnafb.org/17/bio.html&prev=search>  
<https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=en&u=https://dnalc.cshl.edu/view/15674-Oswald-Avery-c-1930-.html&prev=search>  
<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2001197>  
<https://translate.google.com/translate?hl=hu&sl=en&u=https://journals.plos.org/plosbiology/article%3Fid%3D10.1371/journal.pbio.2001197&prev=search>  
<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2001197>



Stefan Roland, Hegedűs Patrik, Horváth Erika (vezetőtanár) az **„Oswald Avery, avagy a magányos baptista, akit elkerült a Nobel-díj.”** előadás szerzői a *Genetika-200* \* „In memoriam Festetics Imre (1764-1847) Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen 2020. március 12-én iskolájuk előtt, kezükben az örökítő anyagként **„Győzelmes DNS”**-el és lábuk alatt **„Genetikailag Vesztes Fehérjékkel”**



## **Mimustól a modern genetikáig**

Szépligeti Eszter, Koncz Tamara és Boncz Dániel  
(vezetőtanár)

Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnázium

E-vezetési címek:

[szepligetieszter@gmail.com](mailto:szepligetieszter@gmail.com) , [tamarakoncz@gmail.com](mailto:tamarakoncz@gmail.com)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Mimustol a modern genetikaig PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Mimustol_a_modern_genetikaig_PP.pptx)

### **Összefoglaló**

Szépligeti E., Koncz T., Boncz D., 2020, *Mimustól a modern genetikáig*. Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

Festetics Imre gazdálkodásával és úttörő gondolataival is megelőzte korát. Előadásunk rávilágít a mai értelemben vett genetika tudományának azon tényeire, amelyeket a gróf már sejtett a világon elsőként, jóval megelőzve olyan híres tudósokat, mint Gregor Mendel vagy Charles Darwin. Kitérünk közben gazdálkodási sikerének tudományos kulcsára is, illetve szólunk pár szót Festetics Imre újrafelfedezéséről a XX. században, valamint arról, hogy azt hogyan követték az események a témában a Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnáziumtól egészen a Magyar Tudományos Akadémiáig.

**Kulcsszavak:** Festetics Imre, beltenyésztés, a természet „genetikai” törvényei

## **Abstract**

Szépligeti E., Koncz T., Boncz D., 2020, *From Mimus to Modern Genetics*. lecture in GENETICS-200 \* International Student Science Competition & Webinar 12.03.2020 „In memoriam Festetics Imre (1764-1847).

Imre Festetics' farming methods and his groundbreaking ideas were ahead of his time. In this essay we introduce the fields of modern genetics he was the first to conjecture, preceeding famous scientists such as Gregor Mendel and Charles Darwin. Furthermore, we explain the scientific key to the success of his farming methods and highlight the rediscovery of his work in the XX<sup>th</sup> century. We conclude by examining the events following the rediscovery of Festetics' work.

**Keywords:** Imre Festetics, inbreeding, the genetic laws of nature

## **2. dia Festetics Imre gazdálkodása**

Nehézkes birtokszerzése után, melyek részben a családi örökségből, részben pedig a házassága kapcsán kerültek hozzá, az 1810-es évekre mintegy 28000 holdnyi területet birtokolt, melynek legnagyobb része erdőség volt, ám jelentős volt a szántók és a legelők mérete is. Az 1820-30-as évekre ezeken a birtokokon modern, korát meghaladó gazdálkodást folytatott.

**3. dia** A hagyományos nyomásos gazdálkodás helyett ő váltógazdálkodást alkalmazott, amely a terület egészét növénytermesztésre használja, a talaj kimerülését a megfelelő növényfajták ültetésével, és azok ciklikus forgatásával kerüli el. Ez jóval eredményesebbnek bizonyult, hiszen nőtt a termés mennyisége. Emellett az alkalmazott eszközei is a legmodernebbek voltak.

**4. dia.** A növénytermesztés mellett foglalkozott még sertés- és szarvasmarhatartással, valamint méhészettel is. Azonban az agrártermékek ára csökkent, így a figyelme, mint kortársai közül sokaknak, a juhtenyésztésre terelődött, hiszen a gyapjútermelés

jelentősen felértékelődött a növekedő népesség és a katonaság igényeinek kiszolgálása érdekében.

### **5. dia Állatnemesítésről általában**

Az állatnemesítés célja az emberiség igényeit kielégítő állattípusok kitenyésztése. Ennek során arra törekszenek, hogy az átlagnál jobb tulajdonságokkal rendelkező, nagyobb termelést vagy jobb minőséget elérő egyedeket kiválasszák, és a tulajdonságaikat tovább örökítsék a következő generációkban.

A földbirtokosok a gyapjúért és a húsupért kezdtek juhtenyésztésbe. Kezdetben az itthon őshonos racka juhot és cigája juhokat tenyésztették, de rájöttek, hogy a merinó juhok gyapja jóval finomabb és értékeesebb, ezért a 18. század elejétől azok tenyésztését részesítették előnyben.

**6. dia** Korábban halálbüntetés járt annak, aki kihozta ezeket a juhokat a Pireneusokból, de miután kihozataluk szabaddá vált, a juh fajta általánosan elterjedt Poroszországban, Morvaországban, Sziléziában és Magyarország egy részén is.

**7. dia** Brünn vált a gyapjúipar központjává. Annak érdekében, hogy ezek a juhok a hűvösebb éghajlaton is megmaradjanak, nemesítői munka vette kezdetét.

**8-9. dia** Megalapították Brünnben a világ első állattenyésztői társaságát, amit Festetics Imre csak brünni juhos társaságnak hívott. Ennek mintájára megalapította hazánkban a Vasi Juhos Társaságot.

### **11. dia Festetics Imre állatnemesítői tevékenysége**

Festetics Imre 1803-tól egy tiszta vérvonalú kis merinó nyájjal szigorú beltenyésztést folytatott, amiről pontos és rendszeres feljegyzéseket vezetett. Ezek felhasználásával a beltenyésztés már akkor ismert lerontó hatása nem érvényesült a

tenyészállatainál. 15 évnyi beltenyésztési program után elérte, hogy nem tudott jobb juhokat venni, mint a sajátjai.

### **12-13. dia Beltenyésztéses leromlás és a heterózishatás**

Amint már említettük, a beltenyésztés lerontó hatása már Festetics Imre korában is ismertté vált. Ennek elkerülésére Festetics Imre alkalmazni kezdte a szelekciót, ami által ezek a hatások nem tudtak érvényesülni.

Két különböző homozigóta keresztezésével létrejövő F1 heterozigóta utódnemzedék bizonyos tulajdonságaikban felülmúlhatja a szülői típusokat. A heterózis az F1 nemzedék hozamának növekedése a szülői beltenyésztett vonalakhoz képest. Ennek oka, hogy a beltenyésztett vonalakban nagyobb a káros hatású recesszív allélok gyakorisága, míg a különböző vonalokból származó F1 egyedekben a másik vonal kedvezőbb alkalmazkodást biztosító domináns alléljai kiküszöbölhetik a recesszív allélok káros hatását.

### **14. dia A „természet genetikai törvényei”**

Festetics Imre 1819-ben a *Beltenyésztésről* című cikkében 4 pontban fogalmazta meg saját megállapításait, melyeket ő maga a „természet genetikai törvényei”-nek nevezett, ezzel elsőként használva mai értelmében a genetika fogalmát a világon. Ezeket az állításokat vetjük össze a genetika mai értelmezéseivel.

### **15. dia Festetics állítása**

„a. *Az egészséges és erőteljes alkatú állatok továbbadják és örököltik jellegzetes tulajdonságaikat.*”

**Értelmezése:** Akkoriban úgy tartották, hogy az egyedek tulajdonságait jórészt a külső tényezők befolyásolják, ám Festetics Imre már ekkor felismerte, hogy nem csak ezek, hanem a belső tényezők is szerepet játszanak. A genetika mai álláspontja szerint a belső tényezők, illetve a domináns tulajdonságok

játszának kulcsfontosságú szerepet az utód majdani tulajdonságaiban.

#### **16. dia Festetics állítása**

*„b. A nagyszülők tulajdonságai, amelyek különböznek utódaik tulajdonságaitól, ismét megjelennek a második nemzedékben.”*

**Értelmezése:** Ez az állítás lényegében megegyezik Mendel II. törvényével, a hasadás (szegregáció) törvényével, mely szerint, ha eltérő genotípusú homozigóta szülőket keresztezünk, az első utódnemzedékben a szülői tulajdonságok nem olvadnak össze, ha ezt a nemzedéket tovább keresztezzük változatlanul megjelennek a második utódnemzedékben.

#### **17. dia Festetics állítása**

*„c. Azok közé az állatok közé, amelyek több nemzedéken keresztül birtokában voltak a nekik megfelelő tulajdonságoknak, /idővel/ olyan utódok is kerülhetnek, melyeknek eltérő tulajdonságaik vannak...”*

**Értelmezése:** Már Festetics Imre is felismerte a tulajdonságok változását, noha akkoriban még nem ismerték a mutációt. A felismerés mintegy 70 évvel megelőzte a mutáció fogalom megszületését, amely alatt ma olyan öröklődő változásokat értünk, amelyek a DNS-ben bekövetkező változások nyomán a szervezet jellemzőinek tartós és egyedi változását okozzák.

#### **18. dia Festetics állítása**

*„d. A beltenyésztésnél feltétel marad a törzsállatok lehető leggondosabb kiválasztása.”*

**Értelmezése:** A beltenyésztéses leromlás már Festetics Imre korában is ismert volt. Ennek háttérében állhat a genetikai sodródás, ami alatt véletlenszerűen, hirtelen bekövetkező allélgyakoriság-változást értünk. A genetikai sodródás előre látható következménye, hogy a populációban a géneknek kevés,

vagy csak egyetlen allélja marad, ezért a népesség egyedei nagymértékben homozigóták. A genetikai sokszínűség csökkenése pedig rontja az egyedek alkalmazkodási képességét a környezet változásaihoz.

Beltenyésztéses leromlás elkerülésére Festetics Imre lényegében tehát a mesterséges szelekciót alkalmazza.

### **19.;20.;23. dia Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnázium hozzájárulása a téma népszerűsítéséhez**

A 80-as években V. Orel felhívta dr. Szabó T. Attila és Pozsik Lajos, a Zalaegerszegi Kölcsey Ferenc Gimnázium egykori tanárai figyelmét Festetics Imre munkásságára. Ennek hatására alapos és szerteágazó kutatómunkába kezdtek, több cikkük is megjelent a témával kapcsolatban. Később többek között dr. Poczai Péter is bekapcsolódott a kutatásba.

Iskolánkban, Festetics Imréhez kapcsolódóan, a 2018-19-es tanévben zajlott A „genetikus” gróf Festetics Imre és a „Természet Genetikai Törvényei” elnevezésű projektek (a Festetics-200 projekt). A program keretében részt vettünk Simaságon a Festetics Imre Emléknapon, ellátogattunk Brnoba a Mendel Múzeumba, illetve felkerestük a magyar „genetikus” gróf életének jelentős helyszíneit, Simaságot, Kőszegpatyot és Kőszeget [ld: 20. dia]. A projektben résztvevő tanulók dolgozataikat a Projekt bemutató délutánon ismertették.

Iskolánk két tanulója részt vett a 2019. évi Tudományos Diákköri Konferencián a Pécsi Tudományegyetemen, ahol bemutatták projekt munkájukat.

2019 őszén kezdetét vette a Festetics Imre Verseny és Emlékkonferencia, ami egy többfordulós verseny volt. A programra Zala megye hét gimnáziumából jelentkeztek tanulók, ezáltal ők is megismerkedhettek Festetics Imre életével és munkásságával. A megyei verseny döntőjének zsűrijében tisztelhattuk dr. Szabó T. Attila egyetemi tanár urat is, aki tovább gazdagította a témában szerzett tudásunkat. Innen ered

projektünk elnevezése is, hiszen tőle tudtuk meg többek között azt is, hogy a gróf egyik juhát Mimusnak hívták. [ld:24. dia]

**26. dia** Az elő kérdés természetesen nekünk is a munkamegosztásra vonatkozott. A munka 20%-át tanárunknak, Boncz Dánielnek tulajdonítjuk, hiszen mindenben rengeteget segített, és ha a leghetetlenebb időpontban is találtuk meg a kérdéseinkkel, ő akkor is készségesen válaszolt. A maradék 80%-ot egyenlően osztottuk el magunk között, hiszen a munka minden folyamatát együtt végeztük.

**27. dia** A második kérdésünk az volt, hogy mennyire értjük a beltenyészteses leromlás, a sikeres beltenyésztes és a heterózishatás genetikai hátterét ma? Nos erről már volt szó korábban is, de vegyünk egy egyszerű példát [ld:27. dia]. Két különböző heterozigóta nemzedékből származó kukorica keresztezésével létrejövő hibrid egyed láthatóan sokkal nagyobb hozamot eredményez, hiszen egy génnek több allélja van jelen a beltenyészített vonalakkal szemben. A 2 nemzedék hozam béli különbsége a heterózishatás.

**28. dia** Harmadik kérdésünk arra vonatkozott, hogy ünnepelte az MTA a Genetika-200-at és mi a három esemény kapcsolata? A Magyar Tudományos Akadémia a Genetika-200 programsorozaton belül megtartotta az Imre Festetics and „Genetic Laws of Nature” 1819-2019 elnevezésű nemzetközi emlékkonferenciáját 2019. május 9-én. Előadott többek között dr. Szabó T. Attila, előadásának címe *Pionering discovery of genetic laws by Imre Festetics* volt. A résztvevők meghallgathatták még többek között dr. Jiří Sekerák *Mendel's scientific background in Moravia* és dr. Poczai Péter *The Good, the Coachman and the Sheep Breeder's Society of Moravia: How Political Repression Stifled the Nascent Foundations of Genetics Prior to Mendel* című előadásait.

Az MTA programsorozatával párhuzamosan folyt iskolánkban a Festetics-200 projekt, majd megszerveztük a megyei szintű Festetics Imre Verseny és Emlékkonferenciát is.

**29. dia** Végül a zsűri arra volt kíváncsi, hogy miért fontosak tudománytörténetileg Festetics Imrének a kiválogatásra (szelekció) vonatkozó nézetei? Festetics Imre 1819-ben a már korábban is említett d pontjában megfogalmazta, hogy „A beltenyésztésnél feltétel marad a törzsállatok lehető leggondosabb kiválasztása.”, ezzel megfogalmazva a mesterséges szelekciót. Charles Darwin csak 40 évvel ezután, 1859-ben fogalmazta meg a természetes szelekciót. Ez is remekül mutatja mennyire meghaladta korát a magyar „genetikus” gróf.

### **Hivatkozások**

<http://www.viszki.sulinet.hu/tananyagtar/gazdasagi/kissne/gg.pdf>

[http://multunk.com/index.php?title=Az\\_%C3%A1llatteny%C3%A9sz%C3%A9s](http://multunk.com/index.php?title=Az_%C3%A1llatteny%C3%A9sz%C3%A9s)

Szabó T. A., Pozsik L. (1990) A magyar genetika születése: Festetics Imre (1764-1847) elgondolásai a beltenyésztésről és a Természet Genetikai Törvényeiről 1819-ben (Brünn-Brno) Festetics Imre születésének 225. évfordulójára. Természet Világa 121-2: 50-56.

[https://hu.wikibooks.org/wiki/Heraldikai\\_lexikon/Festetics\\_Imre](https://hu.wikibooks.org/wiki/Heraldikai_lexikon/Festetics_Imre)

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027\\_NAI5/ch01s06.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_NAI5/ch01s06.html)

Szabó T. A. (2009) „Valók gráditsonkénti lépegetése” (1818) és a „Természet genetikai törvényei” (1819). Nőgyógyászati Onkológia 14: 73-96.

Kaposi Z. (2016) Tudomány és gazdaság: Festetics Imre gróf birtokai és gazdálkodása 19. század első harmadában. Közép-Európai Közlemények 9: 67-83.

Szabó T. A. (2016) Korszakos felismerések és tévhitek a genetikában, Festetics Imre és a „genetika” fogalmi fejlődése kapcsán. Kaleidoscope 7: 175-188.

Poczai P. (2019) A FESTETICS-REJTÉLY A genetika története és Festetics Imre hagyatéka. Beszélő városok sorozat. Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete, Kőszeg

Szabó T.E.A., 1976, *A genetika évszázada. Válogatás Gregor Mendel, Francis Galton, August Weismann, Gelei József, Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, James D. Watson... Ny. Vavilov és Julian S. Huxley írásaiból*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, pg. 63-80. Lásd még a GENETIKA-200 online bibliográfiáját: <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/segito-irodalom.szg>



Szépligeti E., Koncz T., Boncz D., A Mimustól a modern genetikáig előadás szerzői a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.  
<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/webinariumi-kozonsegsavazashoz-ppt-k.szg>



# MODERN GENETIKA

## Etogenetika

### avagy miért nem esik messze az alma a fájától?

Bánfalvi Borbála, Zsarnai Marina, Erős-Honti  
Zsolt (vezetőtanár)

Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium,  
Budapest, E-velezési cím: [banfalvi.bori@gmail.com](mailto:banfalvi.bori@gmail.com)

Meg nem tartott előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-  
Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.

A lecture missing in *GENETICS-200 \* International Student  
Science Competition & Webinar* 12.03.2020 „In memoriam Festetics  
Imre (1764-1847).

## **1. Előzmények**

- Eleinte teljesen független tudomány volt a pszichológia az emberi szervezet biológiájától;
- a genetika fejlődésével felvetődött, hogy a természetes viselkedésben megfigyelhető különbségek bizonyos mértékig öröklött tényezőkre vezethetők vissza, vagyis a magatartásformáknak van genetikai alapja;
- ez az elmélet a pszichológiában lassan nyert teret, mert a pszichológusok nem voltak jártasak a biológiában, emiatt az elkövetett metodikai hibák lejáratták a helyes elméleti elképzeléseket;
- az 1920-as évektől kezdve megindult egy magatartás-genetikai kutatás, ahol különböző pszichológiai tesztek eredményeinek genetikai hátterét vizsgálták.

## 2. A gének és a viselkedés kapcsolata

- A genetika általános paradigmája szerint a viselkedés (mint az élő szervezet „etológiai fenotípusa”) visszavezethető a gének működésére;

- ugyanakkor tapasztalatok, emlékek vagy események megváltoztathatnak egy magatartási reakciót.

*A genetikai információ etológiai megnyilvánulásának szintjei:*

### 1. idegsejt:

- az idegrendszer azon elemei, amelyek a magatartást közvetlenül létrehozzák;
- kifejlődése hosszú differenciálódási folyamat eredménye → különböző életkorú egyedek viselkedése nagyon különböző lehet;
- a szinaptikus rendszer fejlődése, változásainak lehetősége a plaszticitás.

### 2. idegrendszer:

- neuronokból épül fel, az egész szervezet behálózza;
- működését nemcsak genetikai, de környezeti hatások is módosítják;
- parányi változás a gének szintjén → jelentős változás az idegrendszer szintjén;
- az idegrendszer kapcsolatban áll a hormonrendszerrel → ezek a magatartási fenotípust befolyásolják.

### c. viselkedés:

- a viselkedési fenotípus visszahat magára a viselkedésre (tapasztalatok, emlékek, események sorrendje megváltoztathat egy magatartási reakciót).

*A magatartási fenotípus megfeleltetése:*

- egy fő (major) gén hatásának –kivételes esetben apró (minor) – gének általában → a magatartás-genetikai fenotípusok általában poligénesek (több gén felel egy fenotípus kialakításáért);

- egy gén lehet pleiotrop hatású, ha nemcsak egy fenotípusra fejt ki hatását;
- a gének egymás hatását is képesek befolyásolni, például dominancia vagy episztázis révén.

*Géntípusok – hatásuk szerint:*

- struktúrgén: egy fehérje szerkezetének kialakítását irányítja;
- szabályozógének: serkentik vagy gátolják a strukturális gének működését;
- módosító- (processzáló-) gének: egy adott fehérjét módosítanak;
- temporális gén: egy strukturális gén aktivitásának időbeli megjelenését befolyásolja.

*A környezet hatása a fenotípusra (fenotípusos plaszticitás):*

- a környezet (hőmérséklet, táplálék, kémiai befolyás, szociális hatások) nagymértékben befolyásolja a különböző génaktivitások megnyilvánulását és ezáltal a fenotípust;
- a környezet hatásaira bekövetkező fenotípusos válasz sokszor elfedheti a genotípus jellegzetességeinek megnyilvánulását.

### **3. Etogenetika – a viselkedés öröklődésének tudománya**

- Etogenetika/magatartás-genetika: egyes megfigyelhető magatartásformák és a mögöttük lévő idegi mechanizmusok genetikai hátterét kutatja;
- a magatartás elkülöníthető kisebb egységekre, elemekre, ezek genetikai meghatározottsága is elkülönül;
- magatartási strukturális gén (manning): magát a mozgulatot meghatározó (vagy mozgulatért közvetlenül felelős gén) egyedi gén;
- magatartásszabályozó gén: az egyes viselkedési elemek intenzitását szabályozzák, s az egyes elemek sorrendjét;
- a poligénes magatartás-elemek több generáción keresztül is együtt jelennek meg, ebből következik, hogy a magatartás

strukturális génjei egy-egy elem esetében szorosan egymás mellett helyezkednek el a kromoszómán;

- a magatartásegységek előfordulási gyakorisága, intenzitása genetikailag szigorúan meghatározott;
- egyes magatartásformákban az egységek sorrendje is genetikailag szabályozott;
- az egyes elemek jelenlétén, gyakoriságán és sorrendjén kívül különböző lehet az adott mozdulat intenzitása is;
- az elemi viselkedési szabályok és a tapasztalat változtató szerepe a döntési folyamatokban, mind genetikai tényezők által szabályozott viselkedési mechanizmus.

#### *Evolúciós aspektusok*

- a genetikailag meghatározott természetes viselkedési rendszer adaptív, azaz az állatot felkészíti az élőhelyén rendszeresen előforduló események felismerésére, és ezek saját érdekében való felhasználására;
- az állati viselkedést az agyban kiépülő akciómodell irányítja, melynek legkisebb elemei az úgynevezett epigenetikus szabályok (viselkedési utasítások, a viselkedés elemi egységei);
- epigenetikus szabály: adott környezeti helyzetben külső ingerek hatására kialakuló, de genetikailag meghatározott fajspecifikus és eleminek tekinthető utasítás.

#### **4. Az etogenetika kutatómódszertana**

- A magatartás-genetika hierarchiája: gének-fehérjék-kémiai reakciók-ideghálózatok-magatartás;
- genetikai vizsgálatoknál valamilyen pszichológiai gyakorlatot érintő problémából indulnak ki és eszerint választják meg a vizsgálni kívánt fenotípust;
- azonos genotípusok fenotípusát különböző környezeti feltételek között vizsgálva elkülöníthető a környezeti hatások nagy része;

- azonos környezeti feltételek között különböző genotípusokat alkalmazva kimutatható a genetikai különbségek hatása a fenotípusra;
- a konkrét viselkedési fenotípusok vizsgálata a komplex rendszerük miatt nagyon bonyolult lenne és nehezen kivitelezhető;
- a kapott adatok a kísérlet körülményeivel és az állat genotípusával befolyásolhatóak, például: egér-vizsgálatok.

## **5. Példák**

*A kacsák fajhibridjeinek magatartás-analízise (Ramsey, 1961)*

- a magatartásformákban az egységek sorrendje is genetikailag szabályozott;
- tőkés réce, kontyos réce, karmos réce, nyílfarkú réce és hibridjeinek udvarló magatartása 10 jól megkülönböztethető elem vizsgálatával;
- a négy fajban azonos, meghatározott sorozatban jelenik meg ez a 10 elem;
- a hibridjeikben olyan kombinációk is megjelentek, amik a szüleikben egyáltalán nem.

*A tengeri malacok szexuális magatartása (Jakway, 1959)*

- hímek viselkedése 7 egységre bontva;
- különböző beltenyésztett törzsek vizsgálata, a magatartás-egységek mindegyikben megtalálhatóak voltak;
- az egyes elemek intenzitása nagymértékben eltért;
- az öröklésmenet poligénes;
- az egyes elemek egymástól függetlenül öröklődnek;

*A tüskéspikó fészkepítő tevékenysége (Sevenster és 'T Hart, 1974)*

- fészkepítés a külső megtermékenyítés helyszíneként;
- építés közben a fészkegomolyagba időnként oldalról beletúr, kialakítva ezzel egy öblös részt;
- az építés után teljesen keresztülfúrja a fészket, alagutat hagyva maga után;
- vannak olyan törzsek, amik kétszer fúrnak át az alagúton;
- a kétszerfúró és egyszerfúró törzseket keresztezték;
- az első utódnemzedékben nem volt kétszerfúró, de a másodikban megint megjelentek;
- a kétszerfúrás előidéző allél recesszív, egylókuszos génhatású.

## **A filogenetikai törzsfák**

Bercia Antónia, Szabó Dávid, Vremir Magdolna  
(vezetőtanár)

Jósika Miklós Elméleti Líceum, Torda, Románia

E-velezési cím: [vremirmagdolna@gmail.com](mailto:vremirmagdolna@gmail.com)

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

**[http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Filogenetikai\\_torzsfak\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Filogenetikai_torzsfak_PP.pptx)**

### **Összefoglaló**

Bercia A., Szabó D., Vremir M., 2020, *A filogenetikai törzsfák*.  
Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

Dolgozatunkban törekedtünk úgy bemutatni a filogenetikai törzsfákat, hogy a témában nem jártas olvasó is, például egy kilencedikes diák is megértse, hogy mennyire érdekesek és fontosak a filogenetikai ismeretek, amiknek segítségével alapvető ismeretekhez juthatnak a fajok közti különbségek és az élőlények evolúciós kapcsolatait illetően, ezáltal érdekesebbé és érthetőbbé téve azokat a biológiai órákat, amelyek az élővilág rendszerezését mutatják be nagyon szárazon. A téma jobb megértése érdekében foglalkoztunk a filogenetikában használt alapfogalmak és a leszármazási fogalmak magyarázatával, röviden bemutattuk a molekuláris órák működését, illetve kitértünk néhány olyan módszer ismertetésére, amivel filogenetikai törzsfákat lehet létrehozni.

**Kulcsszavak:** filogenetika, evolúció, filogenetikai törzsfák, molekuláris óra

## Abstract

Brecia A., Szabó D., Vremir M., 2020, *The Phylogenetical Trees*. Lecture in *GENETICS-200 \* International Student Science Competition & Webinar* 12.03.2020 „In memoriam Festetics Imre (1764-1847).

The main scope of this presentation was to make more effective and more interesting the quite kexy lecture on biological systematics. The paper is focused on didactical role of teaching/learning about phylogenetic trees on the level of teenagers of 9<sup>th</sup> degree in Romanian system. The role of phylogenetic knowledge in understanding of basic differences between taxa (mainly between species) and their evolutionary relations is demonstrated first. For a better understanding of the subject the basic concepts of phylogenetics and filiation (biological descendance) are presented, followed by a brief presentation of the role of molecular clocks in the study of evolution. Finally, some methods used for the generation of phylogenetic trees are presented.

**Keywords:** phylogenetics, phylogenetic trees, evolution, molecular clocks

### *Mottó:*

„Nagyon elgondolkodtató az a gondolat, hogy a parányi változások sok generatívon lépésben halmozódnak; ezzel egyébként megmagyarázhatatlan dolgok óriási halmazát magyarázhatjuk meg” *R. Dawkins: A vak órásmester*

A *filogenetika* a biológia szemléletmódjának egyik alapvető eleme, amely az evolúciós leszármazási kapcsolatok vizsgálatával foglalkozik, célja az evolúciós történet feltárása. A biológiai sokszínűséget, az élőlények változatosságát csak a leszármazás ismeretében érthetjük meg.

A változatosság folyamatosan formálódik különböző tényezők hatására, generációról generációra, ősök és utódaik sorozatán keresztül. Ezt a változást evolúciós változásnak, az



ennek következtében eltérő tulajdonságokkal rendelkező ősökre és utódaikra vonatkoztatva evolúciós leszármazásnak nevezzük. Ősök és utódaik együttesen egy leszármazási sort alkotnak.

A leszármazási kapcsolatok leírásának legfontosabb eszköze a *filogenetikai törzsfa*, ami nem más mint az élőlények leszármazását elágazásokkal ábrázoló körmentes gráf; megmutatja az evolúciós kapcsolatokat a gének és a fajok között. A filogenetikai törzsfa értelmezése látszólag egyértelmű, pedig helyes értelmezése minimális előismeretet igényel. Az 1. ábrán ezek az alapfogalmak vannak ismertetve. Az ábrán egy gyökeres törzsfát láthatunk, mivel van iránya és tudjuk, hogy hol van az ős. Léteznek még gyökértelen fák is, amiknek nincs egyértelmű iránya, ezek csillagdiagrammok. Az ágak hossza itt információértékű, mivel evolúciós távolságot jelölnek: a hosszú ág sok változást jelent, míg a rövid ág kevés változást. Az elágazások helyét nódusznak nevezzük, ahol egy hipotétikus taxonómiai egység (HTU) található, ami kihalt vagy csupán feltételezett evolúciós egységet jelöl. A két elágazás közötti részt internódiumnak nevezzük. Az ágak végén a kezelendő taxonómiai egység (OTU) található, ami recens, ma élő fajt jelent.

Összefoglalva azok az *alapfogalmak*, amelyek egy filogenetikai törzsfa elemzésekor ismerni kell:

- OTU = Operational Taxonomic Unit, lefordítva kezelendő taxonómiai egység, ami a recens, ma élő fajoknak felel meg;
- HTU = Hypothetical Taxonomic Unit, lefordítva hipotétikus taxonómiai egység, ami az ősi fajoknak felel meg;
- nóduszok = csomópontok;
- elágazások, amik két félék lehetnek: bifurkális vagy politomiális;
- internódium, a két elágazás közötti részt nevezzük így;
- végszakasz = az OTU és az internódium közötti részt jelenti;
- gyökér – a törzsfák kétfélék lehetnek a gyökerük alapján: gyökértelen fák, amiknek nincs egyértelmű iránya, egy

csillagdiagrammhoz hasonlítanak, illetve gyökeres fák, amikor tudjuk, hogy hol van az ősz és van irányítás is;

- az evolúciós távolság az élék hosszát jelenti, ha az ág hosszú, akkor sok a változás, ha az ág rövid, akkor kevés a változás. Ennek értelmében különbséget kell tenni a kladogram és a filogram között. Egy kladogram mindig az elágazás sorrendjét ábrázolja, az ágak hossza nem jelent semmit, így az információ az elágazások sorrendje lesz. A filogramnál vagy a filogenetikai fákban az ágak hossza információértékű, az evolúciós távolságot fogja megmutatni.

A *leszármazási fogalmakkal* is jó tisztában lenni:

- Monofiletikus leszármazás alatt értjük az egy közös rendszertani őstől származó élőlények összességét, vagyis az őst és összes leszármazottját együttesen.

- Parafiletikus leszármazásról akkor beszélünk, amikor a csoport tagjai visszavezethetők egy közös őszre, viszont a csoport maga nem tartalmazza annak a bizonyos legközelebbi közös őznek az összes leszármazottját.

- Polifiletikus leszármazás az élőlények egyes hasonló jellemvonásain alapuló csoportja, amely több őszre vezethető vissza, és tagjainak hasonló tulajdonságai egymástól teljesen függetlenül jöttek létre.

## **A molekuláris órák**

A DNS molekula különböző szakaszokat tartalmaz: vannak konzervatív szakaszok, amik időben szinte állandóak és nem-konzervatív szakaszok, amikre a gyors változás jellemző. Ennek értelmében a konzervatív gének alkalmasak az egymástól nagyon távoli élőlények kapcsolatának a vizsgálatára. Azonban a molekuláris órákkal vigyázni kell, mert az evolúciós folyamatok az élőlények különböző csoportjában különböző sebességgel zajlanak, és nem annyira precízek, mint a digitális órák, így állandóan kalibrálni kell (pl. 0,2%-nyi eltérés/1millió év alatt).

A molekuláris biológia eredményei az utóbbi években lehetővé tették az élőlények leszármazási kapcsolatának a mérését, valamint becslésekkel szolgáltattak, hogy az élőlények időben mikor váltak el egymástól.

A kutatók abból a feltételezésből indultak ki, hogy a mutációk generációról generációra ugyanakkora eséllyel következnek be, illetve a két élőlény közötti eltérés meg fogja mutatni, hogy milyen régen váltak el egymástól.

A kutatások során több élőlény leszármazási kapcsolatát is vizsgálták egyszerre, úgy hogy kiválasztottak több különböző élőlénynek ugyanazt a génjét és összehasonlították azokat. Az eredmények alátámasztották azt a feltételezést, hogy minél régebben váltak el egymástól az élőlények, annál több különbség van köztük. Innen már csak egy lépés volt a molekuláris törzsfa felállítása.

A 3. ábra négy fehérje különböző evolúciós rátáját mutatja be: a hiszton fehérjéknél a legkisebb a százalékos különbség (0%), a citokróm-c százalékos különbsége 12%, a hemoglobinné 18%, míg a fibrinopeptideké a legmagasabb, 86%.

Az első filogenetikai törzsfát különböző élőlények citokróm c nevű fehérje aminosavszekvenciájának az összehasonlítása alapján rajzolták meg, míg az első molekuláris óra adatait a hemoglobin fehérje aminosavszekvenciájának az összehasonlítása adta. Mindkét fehérje aminosavszekvenciája alkalmas volt ezekre a vizsgálatokra, mivel az őket kódoló DNS szakaszok konzervatívak, 1 millió év alatt csak 1 mutáció következett be. (A hiszton fehérjék aminosavszekvenciája időben egyáltalán nem változik, míg a fibrinopeptidekké nagyon gyorsan változik, éppen ezért egyik sem alkalmas filogenetikai törzsfák felállítására.) A vizsgálatok tükrében a szakemberek azt a következtetést vonták le, hogy az ember és a ló közös őse, valamikor 90 millió évvel ezelőtt élt.

A 4. ábrán a lehetséges törzsfák számát láthatjuk a taxonok száma szerint. Korsós Zoltán taxonómus által készített táblázatból leolvasható, hogy minél több a taxonok száma, annál

több a lehetséges törzsfák száma is. Például 10 taxonnál már 34459425 törzsfát lehet szerkeszteni. Így az összes lehetséges fa közül azt kell kiválasztani, amely a legjobban magyarázza a csoportok közti hasonlóságokat és különbségeket.

Az 5. ábra az állatok törzsfejlődését szemlélteti az rRNS alapján, amit Halanych és társai, illetve Aduotte és társai munkássága alapján jött létre 1995-ben. Az rRNS egy olyan molekula, ami minden élőlényben jelen van és tartalmaz lassú illetve gyors fejlődési részeket. Az időben lassan átalakuló részek összehasonlítása eredményezte az ábrán látható törzsfát, ami különböző képet mutat a morfológiai alapokon nyugvó törzsfáktól.

### **A filogenetikai törzsfák néhány lehetséges létrehozási módszere**

A filogenetikai törzsfákat több módszerrel lehet létrehozni. A 6. ábra az one step-one mutation módszert mutatja be. Itt megfigyelhetjük, hogy az a, b, c és d betűkkel jelölt taxonok egymástól 1 vagy 2 mutációs lépésre állnak egymástól. Azok a taxonok állnak legközelebbi rokonságban, amelyek között nagyobb a hasonlóság, vagyis kevesebb mutációs lépés választ el egymástól. Például összehasonlíthatjuk az ember, csimpánz, gorilla és orangután egyik fehérjéjének a szekvenciáját, majd a kapott hasonlóságok illetve különbségek alapján készíthetünk törzsfát. Ennek a módszernek az előnye az, hogy a törzsfában egymás mellé kerülő OTU-k kiválasztásánál nemcsak a hozzájuk tartozó távolságmátrix értéket, hanem az OTU-knak az összes többivel alkotott távolságát is figyelembe veszi.

A takarékosági módszer a legkevesebb evolúciós változást feltételezi: ha két vonás közös, akkor ezt a vonást közös őstől örökölték.

A bootstrap módszer, vagy önbetöltő módszer, választ ad arra is, hogy mennyire ellenálló a fa a tévedésnek, illetve minél magasabb az érték amit kapunk, annál megbízhatóbb az elágazáspont.

### **Egy érdekesség**

*Mi a hasonlóság az evolúcióbiológusok és a filológusok között?* Első hallásra semmi, de ha az előadás tükrében nézzük a dolgokat, akkor elmondhatjuk, hogy mindketten filogenetikai törzsfákat tudnak létrehozni: az evolúcióbiológusok a DNS szekvenciák összehasonlításával, míg a filológusok szövegrészletek összehasonlításával. Egy konkrét példa erre, hogy a filológusok Chaucer elveszett kéziratának az eredetijét hasonló módszerekkel próbálták rekonstruálni. A Canterbury Mesék Projektben 85 különböző kéziratot gyűjtöttek össze. A kérdés az volt, hogy ezek a kéziratok közül vajon melyik lehetett az eredeti? Amikor a négy legismertebb kéziratot hasonlították össze, a British Library – Henry Dene, Christ Church, Egerton és Hengwrt – Fulke Dutton, ugyanazt a módszert használták, mint a DNS szekvenciák összehasonlításakor. Megnézték, hogy hány különbség van a szövegek között, majd a szomszéd összevonó módszer segítségével létrehozták a filogenetikai törzsfát. A 8. ábrán látható a törzsfa szerint a Hengwrt kézirat lehet az eredeti. A 9. ábrán a Canterbury Mesék 24 különböző kéziratváltozata 250 sorának gyökértelen filogenetikus fáját láthatjuk.

### **Bizottsági kérdések és válaszok**

1. *Kérdés:* Hogyan kapcsolódik a filogenetika a genetikával?  
*Válasz:* A filogenetika és a genetika között szoros kapcsolat van, mivel a filogenetika a genetikai vizsgálatokra épülő törzsfejlődéstan. A genetika segítségével megismerhetjük a genetikai állomány szerkezetét, míg a filogenetika ezeket összehasonlítva filogenetikai törzsfákat hoz létre.
2. *Kérdés:* Hogyan kapcsolódik a természetes és mesterséges kiválogatódás darwini fogalma Festeticsnek a beltenyésztésre és szelekcióra vonatkozó nézeteivel?  
*Válasz:* Festetics tisztában volt a természetes és mesterséges kiválogatódás fogalmával, hiszen már 1819-ben

megjelent cikkében megfogalmazta az ezekre vonatkozó nézeteit. Tudatában volt annak, hogy a természetes szelekció során az adott környezetben hátrányos tulajdonságok ritkulnak, a kedvező sajátságok pedig gyakoribbá válnak. Ennek értelmében a juhok és a lovak beltenyésztése során a saját szempontjai szerint válogatott a fajok egyedei között, és arra törekedett, hogy a kívánatos fenotípusok maradjanak fenn és terjedjenek el.

### **Források**

<https://bioinformatika.szialab.org>

<https://www.scienceinschool.org/hu/2010/issue17/bioinformatika>

<http://www.matud.iif.hu/2010/10/03.htm>

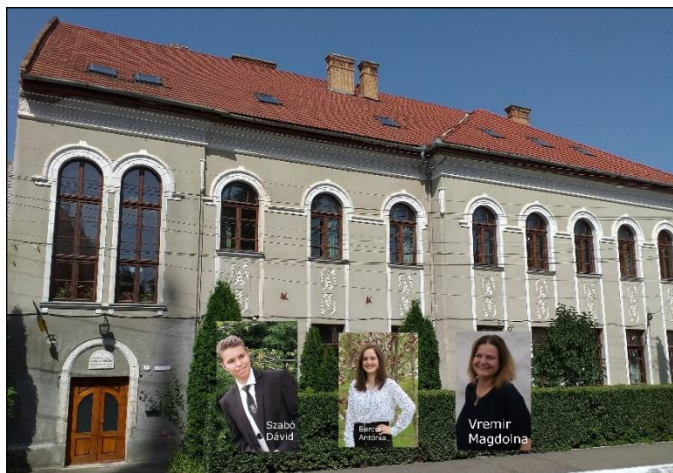
<http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/biologia5/Evolucio/chunks/ch07s08.html>

<https://docplayer.hu/316384-Filogenetikai-analízis-torzsfak-szerkesztése.html>

<http://expbio.bio.u-szeged.hu/evolution/sz049/filogen.pdf>

<http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/biologia5/Evolucio/chunks/ch07s06.html>;

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Canterbury\\_mes%C3%A9k](https://hu.wikipedia.org/wiki/Canterbury_mes%C3%A9k)



Bercia Antónia, Szabó Dávid és Vremir Magdolna  
(vezetőtanár) Jósika Miklós Elméleti Líceum, Torda, Románia  
E-vezetési cím: [vremirmagdolna@gmail.com](mailto:vremirmagdolna@gmail.com)  
a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny &  
Webinárium 2020.03.12. előadói, tordai iskolájuk előterében

## **Prime: a következő szint a génmódosításban**

Imolay Ákos (11. o) Nguyen Bich Diep (11. o),  
Dr. Endresz Gábor (vezetőtanár)

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és  
Gimnázium, 11.o, Budapest, Horváth Mihály tér 8, 1082;

E-vezetési cím: [imolay.akos@gmail.com](mailto:imolay.akos@gmail.com)

Meg nem tartott előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-  
Tudományos Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Prime\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Prime_PP.pptx)**

A CRISPR-Cas9 génszerkesztési technológia jelentős áttörést jelentett a genetikában, amely módszert először Doudna Jennifer és Charpentier Emmanuelle biokémikus kutatók javasolták a génmódosításban való alkalmazáshoz 2012-ben.

A CRISPR a prokarióták genomjában megtalálható ismétlődő DNS-szakaszokra utal, melyek korábbi bakteriofág fertőzés során bekerült vírus genomjából származnak. Ebből RNS szintetizálódik, melynek segítségével a Cas9 enzim képes megkötni az RNS-nek megfelelő DNS szakaszt és meghatározott helyen elvágja a 2 szálát, hatástalanítva a későbbi fertőzés során bejutó vírusgenomot.

Ez alkotja az alapját számos génszerkesztési eljárásnak, ugyanis felhasználható gének kivágására, kicserélésére. A megfelelő RNS bevitelével elérhető például az, hogy a Cas9 enzim egy adott helyen vágja el a DNS-t, a gén sérülése pedig az önjavító mechanizmusát váltja ki, mely során például megjavulhat egy pontmutáció, kivágódhat egy nem kívánatos gén, illetve, ha egy helyettes gént is juttatunk a sejtbe, akkor azt illeszti bele a vágás helyére. Azonban ennek a módszernek is vannak hátrányai a biztonságosságát és precizitását illetően,

melyek jelentősen akadályozhatják az emberben való használatát.

Egyes kutatások kimutatták a rák kockázatát növelő hatását. A DNS sérülése következményeképp a rendesen működő p53 gén működése révén leállítja a sejtciklust, míg meg nem javul a gén, túl nagy mértékű sérülés esetén pedig a sejt apoptózist váltja ki. Ez tehát egy szelekció a hibás p53 gének előnyére, melyek jelentős szerepet játszanak a rákos sejtek kialakulásában.

Továbbá, még nem elég pontos a Cas9 működése, és nem célzott géneket is támadhat. A DNS javításának folyamata is csak korlátozottan szabályozható, akár több, mint 100 nukleotid hosszúságú DNS törlést is eredményezett már ez a módszer. Előfordult az is, hogy a már megjavult gént vágta el újra és újra a Cas9 enzim, növelve annak kockázatát, hogy rendellenes állapota alakuljon ki a DNS-nek. Tehát ahhoz, hogy az emberi gén szerkesztése biztonságosan megvalósulhasson, e módszeren pontosítani kell, vagy alternatív technológiákat kell keresni.

Erre az első nagy sikerű megoldás a 2016-ban, David Liu és csapata által publikált base editing. Ezzel a módszerrel egy bizonyos nukleotidot lehet kicserélni egy másikra. Az eljárás hatékony, sokkal kisebb eséllyel vág bele a megfelelő helyen kívül a DNS szálba és csak az általunk kívánt módosítást végzi. Ugyan nem képes helyettesíteni a CRISPR-Cas9 módszert, a segítségével hatékonyan gyógyíthatók a kevés mutációs betegségek. Például ezzel az eljárással sikerült már meggyógyítaniuk a Tay-Sachs betegséget is, ami a HEXA génben bekövetkezett négy bázispár megváltozásával alakul ki. Am ennek a használata nagyon korlátozott, így nagy áttörést jelent az újabban kifejlesztett prime editing génmódosítási eljárás.

A prime editinget is, a már említett, David Liu és kutatócsoportja fejlesztette ki és publikálta 2019 októberében. A módszer ugyanúgy használja a Cas9 enzimet, mint a CRISPR módszer, viszont ami kifejezetten eltér attól az az, hogy itt az



enzim nem mind a kettő, csupán az egyik DNS szálát vágja el. Ezután a komplex prime editor molekula a kivágott helyre illeszti az általunk meghatározott, új DNS szakaszt. A folyamat szintén a sejt önjavító eljárásaira hagyatkozik, viszont, hogy elkerüljük azt a lehetőséget, hogy az eredeti DNS-szál alapján javítsa vissza a sejt az általunk beillesztett szakaszt, ezért a molekula először megvágja az eddig érintetlenül hagyott DNS-szálat. Így mindkét szál a számunkra megfelelő lesz. Ez az eljárás, eddig nem teljesen tisztázott okokból, de precízebben működik, mint a CRISPR-Cas9 féle génmódosítás. Talán azért, mert prime editinghez három illeszkedésre van szüksége az egy helyett. Ugyanez a módszer megbízhatóbbnak tűnik, ez sem helyettesítheti teljes mértékben a CRISPR módszert, mert az itt kódolt üzenet, amit a tudós a sejtbe akar juttatni, egy RNS molekulán található, ami minél nagyobb, annál nagyobb valószínűséggel emészteti el a sejt egyik lebontó enzime, így ezzel se lehet bármekkora módosításokat végrehajtani. A módszer ígéretes, de még van hová továbbfejleszteni.

## Források

How CRISPR lets us edit our DNA | Jennifer Doudna - TED Talk  
<https://www.youtube.com/watch?v=TdBAHexVYzc>  
 What happens when CRISPR backfires – Seeker  
[https://www.youtube.com/watch?v=8b\\_d3RIJm0](https://www.youtube.com/watch?v=8b_d3RIJm0)  
 CRISPR/Cas9 gene editing scissors are less accurate than we thought, but there are fixes – The Conversation <http://theconversation.com/crispr-cas9-gene-editing-scissors-are-less-accurate-than-we-thought-but-there-are-fixes-100007>  
 Haapaniemi, Emma, et al. "CRISPR–Cas9 Genome Editing Induces a p53-Mediated DNA Damage Response." Nature News, Nature Publishing Group, 2018 <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0049-z>  
<http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200>  
<https://www.smithsonianmag.com/science-nature/prime-editing-new-form-crispr-technology-make-gene-editing-more-precisie-180973381/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=hoGy6JN5fmA>

# **Krinofágia,**

## **mint minőségellenőrző mechanizmus**

Fazekas Fanni, Dr. Csizmadia Tamás (vezetőtanár)

Kossuth Lajos Gimnázium és Kollégium, Mosonmagyaróvár

E-velezési cím: [bacjozsef@gmail.com](mailto:bacjozsef@gmail.com)

Meg nem tartott előadás a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Krinofagia\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/Krinofagia_PP.pptx)**

### **Bevezetés. A téma bemutatása**

Kutatásom során a *Drosophila melanogaster* használtam fel modellállatként. Fő kérdésem az volt, hogy lehet-e a krinofágia egy olyan minőségellenőrző mechanizmus, mely által inkább lebontódnak a sejt által abnormálisnak minősített granulumok. Mindez alapkutatásként használható fel, az orvosbiológiában lehet jelentősége. Az eukarióta sejtek szempontjából esszenciális a saját anyag lebontása, illetve reciklizációja, melyre két rendszert ismerünk: az UPR-rendszert és a sejtes önemésztést, azaz autofágiát, melynek négy fő típusa közül én a krinofágiával foglalkoztam. A krinofágia során a szekréciós vezikulák közvetlenül egyesülnek a lizoszómákkal, a savas hidrolázok és a szekréciós anyag közös térbe kerül, így gyorsan bontódik. Egy emésztő sejtszervecske jön létre, a krinoszóma, mely egyszeres membránnal határolt és membrán, valamint lumen is van, tehát egyaránt tartalmazza a szekréciós granulumokra illetve a lizoszómákra jellemző összetevőket. Főként a fehérje és peptid típusú váladékot termelő sejtekre jellemző, így kiváltképp a mirigyekre, melyeknek fejlett

szekrécións apparátus áll a rendelkezésükre. Ez kiterjedt DER-ciszternákat és fejlett Golgi-apparátust jelent. A Golgiról lefűződő apró vezikulák egymással egyesülnek, ez az úgynevezett homotipikus fúzió, mely során létrejönnek az érett granulumok. Ezek előtt két lehetséges út áll, vagy exocitózissal kikerülnek a sejtből vagy lizoszómákkal egyesülnek. Megfigyelték, hogy az exocitózis gátlása fokozott krinofágiát eredményez. A kis méretű granulumok makro- és mikroautofágiával is lebontódhatnak, mégis főként krinofágiával degradálódnak.

Felmerülhet a kérdés, hogy miért pont a krinofágiát részesíti előnyben a sejt. Ennek válasza, hogy egy rendkívül egyszerű, gyors, kevés molekuláris szereplőt igénylő folyamat, valamint ez az egyetlen olyan autofág folyamat, ahol a granulumok membránja megmarad. A mikro- és makroautofágiát a sejt egyfajta kompenzációs mechanizmusként alkalmazza, kihasználva a granulumok méretéből adódó különbségeket.

### **A krinofágia orvosi jelentősége**

A krinofágia orvosbiológiailag is jelentős folyamat, a szekrécións granulumok lebontása jelentős a sejtek homeosztázisának fenntartása érdekében. A hormonok már rendkívül kis mennyiségben is hatékonyak, ezért fontos a pontos szabályozásuk. Megfigyelték, hogy a szekrécións gátlása, az elválasztás gátlása, illetve a hormontúltermelés fokozott krinofágiát eredményez. Agyalapi mirigy prolaktint termelő sejtjeiben a szoptatás után feleslegessé vált váladék-granulumok krinofágia útján bomlanak le. Természetesen nem csak az agyalapi mirigy, hanem minden mirigy szempontjából jelentős a krinofágia, így a hasnyálmirigy szempontjából is, mind a külső mind a belső elválasztású sejteket vizsgálva. A Langerhans-szigetek inzulint termelő sejtjeiben az inzulin-granulumok sejten belüli mennyiségének fenntartására, illetve jó minőségének megőrzésére használja a sejt a krinofágiát. Ezen túl a kettes

típusú diabétesz és a pancreatitis patomechanizmusában is részt vesz.

## **Saját eredmények**

A kutatásom során a *Drosophila melanogaster*-t használtam fel modellállatként, mivel gyors szaporodása révén már két hét után vizsgálható az új generáció, valamint könnyű genetikailag módosítani, a négy kromoszómás genetikai állománya már évek óta ismert. Ezen felül van néhány olyan speciális tulajdonsága, ami a krinofágia vizsgálatára kifejezetten alkalmassá teszi. Ilyen az, hogy holometabola faj, bábképződése során autofág és sejthalál folyamatok mennek végbe. Valamint nyálmirigye, ahol a krinofágiát vizsgáltam, poliploid sejtekből áll, amik természetes nagyítóként szolgálnak.

## **Anyag és módszer**

Gyakorlati munka a *Drosophilával*: táptalaj főzésével kezdődik, mely kukoricalisztból, cukorból, agarból, élesztőből, gomba és baktériumölő szerekből áll. Az állatállomány felszaporodása után az egyik típusú állatokból hímeket, a másiktól szüzeket szedtem. Ezeket úgy lehet elkülöníteni, hogy a hímek első pár lábán található fekete kis szőröcskék, amik a nősténynél nincsenek. Mindezt sztereomikroszkóp alatt végeztem. Ezután pedig kereszteztem az állatokat. Miután rendelkezésemre állt az új generáció, kiboncoltam a nyálmirigyüket, majd azokat fluoreszcens mikroszkóppal vizsgáltam. Két transzgenikus rendszert használtam fel a vizsgálatok során, melyet már korábban a mentorom felállított. Az egyik a granulum savasodást vizsgálja. Glue-GFP típusú nőstényeket és Glue-DsRed típusú hímeket kereszteztem egymással. A glue az az anyag, amit a nyálmirigy termel, a GFP és a DsRed pedig két fluoreszcens marker.

## Eredmények

Ezeket az állatokat keresztezve olyan utódokat kaptam, ahol mind a GFP mind a DsRed aktív volt a glu-granulumokban, ezek fehéres színnel látszódnak a felvételeken. Amikor ezek degradációja megtörténik, a krinofágia miatt pH csökkenést tapasztalunk és a GFP reverzibilisen inaktiválódik, csak a DsRed marad aktív. A másik rendszer a Glue-Lamp1 rendszere. Itt Glue-DsRed típusú nőtényeket és GFP-Lamp1 hímekeket kereszteztem. A Lamp1 egy lizoszomális membránfehérje, ezt jelölték meg a zöld GFP-vel. A granulumok rózsaszín színűek, amikor ezek degradációja megtörténik, a granulumok körül megjelennek a zöld Lamp1 gyűrűk.

## Következtetések

A Syx 16 csendesítése zavart okoz, abnormálisan kicsi glue-granulumok és nagy, krinoszómaszerű struktúrák találhatók a sejtekben. Ahhoz, hogy bizonyítsam, hogy ezek valóban krinoszómák a Lamp1-rendszert kereszteztem a Syx16RNSi rendszerrel. A Lamp1 gyűrűk megjelentek, tehát valóban krinofágiáról van szó. Ez alapján arra következtetek, hogy a krinofágia lehet egy olyan minőségellenőrző mechanizmus, ami által lebontódnak az abnormálisnak minősített granulumok. Távlati céljaim közé tartozik a kis granulumok makro-és mikrofágia általi lebontásának kizárása.

## **CRISPR, avagy...**

Imre Bálint (11.C o.), Juhos Márton (11.C o.),  
Bancsó Sándor (*vezetőtanár*) & Bancsó Andrea (*v.tanár*)  
*Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium Kőszeg*  
*[marton13juhos@gmail.com](mailto:marton13juhos@gmail.com), [bancsoa@gmail.com](mailto:bancsoa@gmail.com)*

Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

**PP [http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/CRISPR\\_PP.pptx](http://mek.oszk.hu/20700/20763/pptx/CRISPR_PP.pptx)**

### **Összefoglaló**

Imre B., Juhos M., Bancsó S. (tanár), Bancsó A. (tanár), 2020, *CRISPR, avagy...*; Előadás a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen és Webináriumon*”, 2020. március 12-én.

Ismeretterjesztő előadásunkban a génterápiáról van szó. Azért választottuk ezt a témát, mert mindennapjainkban jelen van, de nagyon keveset tanulunk róla. A génszerkezetet napjainkban forradalmasítja a CRISPR eljárás. Bemutatjuk ennek lényegét. A génterápia kezdeteiről, az eljárások csoportosításáról, típusairól esik szó. Példákat hozunk az embereken történő alkalmazására. Etikai, jogi, társadalmi dilemmákat említünk. Szólunk a bohóckor mozgalomról, az emberi evolúcióba való beleavatkozásról is.

**Kulcsszavak:** CRISPR, génterápia, bioetika, evolúció

### **Abstract**

Imre B., Juhos M., Bancsó S. (coach), Bancsó A. (coach), 2020, *CRISPR, or ....* A lecture held on the „*GENETICS-200 International Scientific Student Competition & Webinar*”, 12th March, 2020.

Our educational presentation is about gene therapy. The reason why we chose this topic is because it is present in our everyday life, but our knowledge of it is very limited. Genetic engineering is currently being revolutionized by the CRISPR process. We will introduce the relevance of the topic. The early history of gene therapy, the grouping and types of procedures will be examined. We will also give examples of its application in humans. We will mention ethical, legal and social dilemmas, too. Biohacker movement will be also discussed, as well as the interference in human evolution.

**Keywords:** CRISPR, gene therapy, bioethics, evolution

Előadásunk címe még hiányos, de megígérjük... a végén az is ki fog derülni, hogy miért.

Mikor belefogtunk a téma feldolgozásába, kíváncsiak voltunk, mit tudnak osztálytársaink a CRISPR-ről. Ezt egy mentimeter szöveghőn mutatjuk most be (2. dia). Látszik, hogy nem túl sok minden jutott eszükbe. Második kérdésünk az volt, hogy: Ki hallott már Zentéről, az SMA-s kisfiúról? Erre már sok kéz lendült magasba.

Később visszatérünk erre, most azonban a genetika 21. századi forradalmi felfedezéséről, a génszerkezet svájci bicskájáról szeretnénk beszélni.

1987-ben jelentek meg az első tudományos cikkek a CRISPR-ről (clustered regularly interspaced short palindromic repeats), ami a halmozottan előforduló szabályos közzel elválasztott palindromikus ismétlődések angol kifejezés rövidítése (5. dia). Ezeket először baktériumok genomjában találták meg (6. dia). Minden szakaszt egy rövid, helykitöltő (spacer) DNS szakasz követ, amely megfelel egy olyan vírus, vagy plazmid (baktériumokban található kis, gyűrű alakú DNS) egy szakaszának, amellyel a baktérium korábban már találkozott. Tulajdonképpen ez a baktériumok védekezési módszere. A

CRISPR-ről másolódó RNS darabok egy CAS fehérjével együtt megsemmisítik a behatolókat: a CRISPR-ök közötti helykitöltők alapján felismerik az idegen nukleinsavakat és darabokra vágják őket.

2012-ben jelent meg a Science folyóiratban az a cikk, amely robbanásszerű fejlődést indított el a génsebészetben, bemutatva a molekuláris ollót, a CRISPR-CAS9 rendszert (7. dia). A CAS9 enzim és a megfelelő RNS szakasz sejtbe vitelével az enzim meghatározott helyen vágja el a sejt DNS-ét, amivel lehetővé válik a gének minden korábbinál pontosabb módosítása. A korábbi módszerekhez képest ez az eljárás jóval olcsóbb és egyszerűbb, valamint pontosabb. A rendszer két részből áll: egy irányító RNS-ből és a CAS9 fehérjéből. A kb. 20 nukleotidból álló RNS-t nagyon könnyű megtervezni. Az RNS-fehérje komplex végig ugrál a DNS-en, és ha olyan helyet talál, amely komplementer az irányító RNS-sel, akkor hozzákapcsolódik, széthúzza a DNS kettős spirálját és a CAS9 enzim szétvágja a DNS-t. A vágás során a DNS kettős-hélix eltörik, ezután beindulnak a sejt javító mechanizmusai. Két folyamat létezik: az első csak fogja a DNS-t és visszatolja a két szálát egymáshoz. Ez nem túl hatékony, mert néha egy bázis kiesik vagy hozzáadódik. Ez a gének kiütéséhez vezethet, erre fel lehet használni, egy „rossz gén” hatását meg lehet szüntetni. A másik javítási folyamat során a homológ kromoszómát használja a sejt a javításhoz. Ezt a folyamatot úgy lehet eltéríteni, hogy egy olyan DNS darabot adnak a rendszerbe, amely a két végén homológ, de a közepe különböző. Középre azt lehet betenni, amit akarnak, ez olyan, mint a trójai faló.

2019-ben megjelentek az első cikkek a CRISPR 2.0-nak nevezett módszerről, amely segítségével egy módosított CAS9 enzimmel és más enzim-komplexek bevonásával akár egy nukleotidot ki tudnak vágni és kicserélni, így minimálisra csökken a DNS kettős-hélixének sérülése.



**Mi a génterápia**, hol, mire lehet alkalmazni ezt a módszert? *Génterápiának* nevezzük, amikor géneket használunk betegségek gyógyítására. Már az 1970-es évektől komoly kutatások folytak a génterápia alkalmazására és a jóslatok szerint a 21. században a gazdaság egyik húzóágazata lehet (bár néhány befektetési tanácsadó cég óva int, túl hamar meggyógyítani a betegeket nem jó befektetés). A gyógyszeripari cégek szerint belátható időn belül nagyszámú biológusra, biomérnökre, orvosra, bioinformatikusra, virológusra lesz szükség (itt a jövőnk fiatalok...).

2019-ben 3001 génterápiás eljárás jutott el a klinikai kipróbálásig (9. dia), ennek földrajzi eloszlását láthatjuk, és milyen klinikai fázisig jutottak (10. dia). Minél magasabb ezek sorszáma (római számok), annál közelebb jutottak az engedélyezéshez, és (11. dia) hogy milyen típusúak ezek a génterápiás kísérletek.

A génterápiák sokféle változást indíthatnak el: a hozzáadott gén pótolhatja a hibásan működő gén miatti hiányosságokat, aminek következtében a betegség tünetei enyhülnek vagy meg is szűnnek. Lehetőség van a „rossz” gén genomszerkesztéssel való kijavítására, ez a normális állapotot állítja vissza. Az is lehet, hogy egy hibásan működő gént elhallgattassunk.

És akkor essék pár szó a *génterápiák csoportjairól* (12. dia). Csoportosítani lehet ezeket egyrészt aszerint, hogy öröklődik, vagy nem a változás. Előbbi esetben *csíravonal-génterápiáról* beszélünk, utóbbi esetben *szomatikus-génterápiáról*. Mindkét esetben az a cél, hogy legyőzzük azokat a betegségeket, amelyeket hibás gének okoznak. Kb. 7000 olyan betegségről tudunk, amelyet 1 gén hibája okoz.

A *szomatikus-génterápiákat* (13. dia) tovább osztályozhatjuk aszerint, hogy hol történik a változás: az emberi szervezetben belül vagy azon kívül. Az *ex vivo génterápiák* esetén a szervezetből kiveszik a beteg sejteket, azokat változtatják meg, majd visszajuttatják a szervezetbe pl. rákos megbetegedések esetén. Az *in vivo génterápia* esetén a terápiás gént megfelelő

vektorhoz (pl.: vírus) kötve a szervezetbe juttatják, ahol a vektornak fel kell ismernie a célsejtet, és abba be is kell jutnia, és ott történik a génmódosulás.

A szomatikus génterápiák közül (14. dia) a Leber-féle veleszületett vakság örökletes formáját, az RPE65 gén hibáját gyógyító Luxturna gyógyszert említenénk, amelyet a retina közelébe juttatnak egy műtét során, vírus vektort használva. A kezelés ára szemenként több mint 100 millió Ft-nak megfelelő dollár.

És most térjünk vissza a bevezetőben említett kisfiúra, Zentére, aki SMA1 betegségben szenved (15. dia). Ez a betegség a gerincvelő mozgó idegrostjainak fokozatos elvesztésével jár. Fokozatos izomgyengeséget, izomsorvadást okozó halálos betegség. Hatalmas összefogással gyűjtötték össze a 700 millió Ft-ot a Zolgensma nevű gyógyszerre, amit egyébként 2019 májusában engedélyeztek az USA-ban. Tehát a génterápia az egészségügyi rendszerekbe is bekerült, azonban csillagászati árú van (17. dia). Horvátországban, Izraelben, Nagy-Britanniában, Malajziában is tüntetések voltak a gyógyszergyártó cégek ellen, követelve a gyógymódhoz való hozzáférést. A gazdag emberek, országok igen, a szegények nem jutnak hozzá ezekhez a gyógyszerekhez? Hol van a társadalmi igazságosság? Az alap kutatásokat a kormányok az adókból befolyt pénzekből finanszírozzák (vagyis az állampolgárok pénzéből), és a gyógyszergyártó cégek az alap kutatásokból kiindulva jutottak el ezekig a gyógyszerekig. 1923-ban az inzulint és az előállítását nem szabadalmaztatták az azt felfedező tudósok, így terjedhetett el nagyon gyorsan a világon. A járványos gyermekbénulást megelőző vakcinát sem védte le szabadalommal Salk az 1950-es években. A Zolgensma azonban szabadalmaztatva van; ezért is kellett érte annyit fizetni.

A fenti problémákra a *biohacker mozgalom*, vagy más néven „*do-it-yourself biology*” próbál válaszokat adni, melynek keretében egyének és kis közösségek kutatnak és kísérleteznek. A résztvevők zömében önjelölt tudósok, nem rendelkeznek

egyetemi diplomával, az interneten elérhető tudásból és saját kísérleteikből építkeznek. Mi is megpróbálhatjuk, viszonylag olcsón, kb. 169 \$-ért már rendelhetünk magunknak CRISPR készletet (19. dia). A biohackerek szerint a saját DNS-ünket jogunk van megváltoztatni, ez mindenkinek a saját tulajdona, senki nem szólhat bele, mit teszünk vele. Szerintük a nagy gyógyszergyártó cégeknél jóval gyorsabban és olcsóbban tudnak majd gyógyszereket előállítani és mindenki – nem csak a gazdagok – rendelkezésére bocsátani. Rendszeresen tartanak konferenciákat, ahol élőben adnak be magunknak kísérleti szereket. Van, aki olyan géneket adott be magának, amelyekkel disznókban jóval több izmot lehetett elérni. Ő még él...(20. dia). Egy HIV+ beteg olyan génterápiát próbált ki magán, amellyel azt reméli, megszabadul a szervezete a HIV vírustól. Az első alkalom után nem csökkent, hanem nőtt a szervezetében a vírusok száma. Ha jogilag nézzük, akkor minden országban a szabályozás szürke zónájában tevékenykednek és „kalózkodásuknak” nem látható következményei nagyon súlyosak lehetnek.

*Mi a helyzet a csíravonal-génterápiával?* A csíravonal-génterápia esetén történő beavatkozás öröklődővé válik, válna. Ez leginkább a petesejtben, hímivarsejtben történő változtatást jelent. Kísérletek folynak emberi embriókon, amelyek végül nem születhetnek meg, mert a világ legtöbb országában a csíravonal-génterápia tiltott.

Azonban a jövő hírnökei, előfutárjai már működnek (22. dia). Például egy amerikai termékenységi intézetben 20 ezer dollárért egy vérvizsgálatot követően az egyébként egészséges szülők pontos képet kapnak a születendő gyerek lehetséges betegségeiről. A mesterséges megtermékenyítést követően az embriók közül kiválaszthatják a nekik tetsző nemű embrió-jelöltet és kb. 90%-os biztonsággal az utód szemszínét is. Az intézetben gyűjtik a jó intellektuális képességű, vagy jó énekesek DNS mintáját, hogy abból meghatározhassák, mely gének

felelősek ezen tulajdonságok kialakításáért. Nem nehéz elképzelni, hogy nemsokára a hajszínt, testmagasságot, vagy jó szónoki képességeket is választhatnak leendő gyermekeik számára a gazdag szülők. Létrejöhet a kivételes képességűek kivételes kasztja, akik rendelkeznek minden hatalommal? Milyen változásokat hoz ez létre populációs szinten? Küszöbön van az emberiség génállományának „javítása”? A „tudományos eugenika”?

A történelem során többször is próbálkoztak ezzel. A 20. század első felében például az USA-ban a mentális betegségben élőket, szellemi fogyatékosokat sterilizálták, a „faj” védelmében. Ajánljuk mindenkinek a témában a GATTACA (1997) filmet, amely egy disztopikus jövőt lefestő sci-fi.

2016-ban megszületett az első három szülős baba (25. dia). A követett módszer (pronukleáris transzfer) esetén egy megtermékenyített petesejt kromoszómáit egy másik anyától származó petesejt sejtplazmájába helyezték. Erre azért volt szükség, mert az anya mitokondriumai súlyos betegséget örökítettek volna tovább. A pronukleáris transzfer révén az újszülött apai és anyai (kromoszomális) génjei mellett egy második „anya” (egészséges) mitokondriális génjei is működnek. Ezt azóta több országban engedélyezték, de az eljárás bioetikai részleteit tekintve megosztottak a nézetek.

2019 novemberében Kínában megszületett az első génmanipulált ikerpár (27. dia). Az embriókat a CRISPR-CAS9 segítségével úgy módosították, hogy azok sejtfelszíni fehérjei megakadályozzák a HIV vírusok sejtbe való bejutását, és ezáltal az ikrek (elvileg) HIV rezisztensek lettek. A kísérletet végző orvos-genetikusok ellen vizsgálat indult, börtön- és pénzbüntetést is kaptak. Emberi, tudományos és etikai jogokat is sértettek ezzel.

Milyen érvek szólnak még a csíravonal típusú génterápia ellen? Mi van, ha az örökölhető változás mégis hibás? Elegendők az ismereteink a hatások és következmények

felméréséhez? A megszületendő gyermeknek mik ilyenkor a jogai? Ez nem beavatkozás az evolúcióba?

Előadásunkban néhány fontos biológiai, egészségügyi, társadalmi, etikai kérdést villantottunk fel, amelyek további gondolkodásra érdemesek. Egy érdekes filmsorozat indította el bennünk is a gondolatokat, az egyik online tartalommegosztón, amelyiknek a címe: *Nem természetes szelekció* (Unnatural selection).

Most egészítenénk ki a címet: ***CRISPR, avagy a nem természetes szelekció*** (28. dia)!

Festetics Imre a genetika természeti törvényeinek felismerésétől 200 év alatt jutottunk az emberi evolúcióba való beláthatatlan következményekkel járó beavatkozásig.

Gondoljunk csak a két kortárs Imre – Festetics Imre (1764-1847) és Madách Imre (1823-1864) – két évszázada leírt mondataira és a jövő nemzedékekre, a 2200-as évek távlatában, az „Ember tragédiája” első színének látnoki sorait idézve:

„Az ember ezt, ha egykor ellesi,  
Vegykonyhájában szintén megteszi. –  
Te nagy konyhádba helyzéd embered,  
S elnézed néki, hogy kontárkodik,  
Kotyvaszt s magát Istennek képzei.”

### **Köszönetek**

Az előadók köszönik, hogy a versenyszervezők felhívták figyelmüket Madách Imre nagyon ide vágó mondatára, pontosabban a versenyről írott közös beszámolójukra: Horváth E., Keszei B., Pozsik L., 2020, *A digitális (online) oktatás egy új formája, a webinárium – a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyen (G200-NDTV)” tapasztalatainak fényében*. In Kaleidoscope, cf.

<http://kaleidoscopehistory.hu/index.php?subpage=cikk&cikkid=551>

## **Az előadás forrásai:**

<https://hu.wikipedia.org/wiki/CRISPR> (2020.02.01.)  
[https://www.ted.com/talks/ellen\\_jorgensen\\_what\\_you\\_need\\_to\\_know\\_about\\_crispr/transcript?source=googleplus&language=hu#t-200816](https://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_what_you_need_to_know_about_crispr/transcript?source=googleplus&language=hu#t-200816)  
(2020. 02. 01.)  
<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03164-5> (2020. 02. 02.)  
<http://www.abedia.com/wiley/continents.php> (2020.02.02.)  
[https://sci-](https://sci-hub.tw)  
<https://science.sciencemag.org/content/337/6096/816> (2020.  
02. 07.)  
<https://www.origo.hu/gazdasag/20181015-gen-sejt-terapia-szazad-huzo-agazat-fejlodes.html> (2020. 02. 02.)  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nter%C3%A1pia> (2020. 02.  
02.)  
[https://www.researchgate.net/figure/Strategies-of-in-vivo-gene-therapy-and-ex-vivo-gene-therapy-In-vivo-gene-therapy-on-the\\_fig1\\_322970469/download](https://www.researchgate.net/figure/Strategies-of-in-vivo-gene-therapy-and-ex-vivo-gene-therapy-In-vivo-gene-therapy-on-the_fig1_322970469/download) (2020.02.02.)  
<https://the-gist.org/2019/05/embryo-gene-editing-changing-life-as-we-know-it/> (2020.02.02.)  
<https://www.irishtimes.com/news/health/hundreds-protest-at-d%C3%A1il-for-access-to-drug-for-muscle-wasting-disease-1.3809839> (2020.02.03.)  
<https://www.ynetnews.com/articles/0,7340,L-5008300,00.html>  
(2020.02.03.)  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Insulin> (2020.02.03.)  
<https://www.the-odin.com/diy-crispr-kit/> (2020.02.03.)  
<https://www.origo.hu/tudomany/20180502-28-evesen-meghalt-azonmagan-kiserletezgeto-biohacker-a-rendorseg-nyomoz.html>  
(2020.02.03.)  
<https://24.hu/tudomany/2018/02/15/elo-adasban-hekkelgetik-magukat-a-hosszu-elet-titkat-keresve/> (2020.02.03.)  
<https://transzhumanista.wordpress.com/2016/12/13/biohackeles-avagy-csinald-magad-biologia/> (2020.02.03.)  
<https://darvasbela.atlatszo.hu/2019/01/22/regenerativ-terapiak-a-gyogyszatban-no2-genterapia/> (2020.02.03.)  
<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/germ-line-gene-therapy> (2020. 02. 03.)

<https://theday.co.uk/stories/debate-rages-as-first-designer-babies-born>  
(2020. 02. 03.)

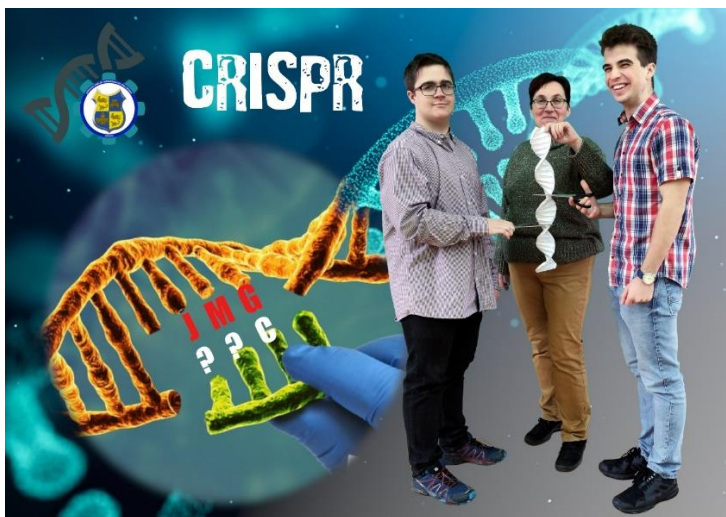
[http://medicalonline.hu/gyogytas/cikk/haromszulos\\_baba\\_kijevben](http://medicalonline.hu/gyogytas/cikk/haromszulos_baba_kijevben)  
(2020. 02. 03.)

<https://www.sciencemediacentre.co.nz/infographics/> (2020. 02. 03.)

<https://www.amazon.com/Gattaca-Special-Ernest-Borgnine/dp/B0011UF79C> (2020. 02. 04.)

<https://www.netflix.com/title/80208910> (2020. 02. 04.)

<http://mek.oszk.hu/00900/00914/html/madach1.htm>



Imre Bálint (11.C o.), Juhos Márton (11.C o.), Bancsó Andrea  
(*tanár*) a Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium Kőszeg  
„GENETIKA-200” csapata, mint  
Előadók a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos  
Versenyen és Webináriumon*, 2020. március 12-én

## **SZEMELVÉNYEK A BÍRÁLÓK ÉRTÉKELÉSEIBŐL**

Mindenekelőtt szeretném megköszönni, hogy az Önök GENETIKA-200 versenyében részt vehettem. Ez a verseny korszakot nyitó volt, hiszen a hetek óta nagy újdonságnak számító online oktatásban úttörő volt ... és immár az is marad. Vonatkozik ez az újdonság arra is, hogy a dolgozat készítése és a versenyben való részvétel diák+tanár csapatok teljesítménye volt. Valóban Kárpát-medencei teljesítmény: Kárpát-medencében található magyar iskolákat és műhelyeket mozgósított, olykor meglepő helyekről, meglepően magas színvonalú munkákkal jelentkeztek erre a GENETIKA-200 versenyre.

Mindezek alapján tekintettel arra, hogy nagyon rövid idő állt rendelkezésre a bírálathoz, kicsit szubjektív alapon én a határon túli versenyzők közül a Beregszászi Iskola dolgozatát jutalmaznám elsősorban, a hazai dolgozatok közül pedig a pécsi és a zalaegerszegi csapatokat. Ezeket tartanám helyezésre leginkább érdemesnek. Részletes indoklásként az elküldött tárgyyszerű bírálatomra és személyes véleményemre hivatkoznék.

Még egyszer gratulálok a rendezéshez, kívánom, hogy a folytatás is meglegyen és kövessenek el mindent azért, hogy ez az anyag megfelelő szintű kiadványban is megjelenjen. Megérdemli és előremutató lehet. Külön öröm a számomra, hogy a központi részben Festetics Imre alakja kerül elő, akit mi Simaságon éppen a 250. születésnapján fedeztünk fel, de azóta is ápoljuk az emlékét.

*Vonyarcvashegy/Budapest, 2020. május 12.*

***Dr. Seregi János*** állatorvos, professzor emeritus



## **FÜGGELÉK**

### **Mutatványlapok a versenyszervezés dokumentumaiból**

A „kedvcsináló video” 1989-ből:

<https://sek.videotorium.hu/hu/recordings/2698/a-genetika-szulofofodjen>

A kezdeményező iskolák felhívása (2019.10.09.)

A Baptista Tehetségsegítő Tanács online versenyfelhívása

A GENETIKA-200 online NTDV-teszt negyedik tájékoztatója

A GENETIKA-200 online NTDV-teszt végső tájékoztatója

A GENETIKA-200 első fordulójának eredményei és a feladatok

Előzetes tájékoztatás a második forduló időrendjéről, feladatairól

Második Forduló, Harmadik Körlevél 20.02.17.

A második forduló eredményei

A GENETIKA-200 Külső Bíráló Bizottságának a felkérése

A Genetika-200 Webinárium (20.02.21.)

Kérdések és kiegészítések a vetélkedő lezárásához. A GENETIKA-200 Nemzetközi-magyar Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020) és Webinárium (2020.03.12.) eredményhirdetése (2020.05.15.)

## FELHÍVÁS

### „Genetika-200 – Nemzetközi Diáktudományos Versenyen (G200-NDV)” való részvételre

A genetika a földi élet központi tudománya és kialakulása az egyetemes tudomány fejlődésének fontos mérföldköve.

A „*Természet Genetikai Törvényei*”-nek első megfogalmazása 200 évvel ezelőtt tájainkon született meg a katonaként, gazdaságsszervezőként és tudósként is tevékeny Fesztetics Imre (1764-1847) jóvoltából. Eredményeit Mendel városában, Brnóban közölte, egy emberöltővel a „genetika atyjaként” ismert Mendel előtt. Emlékének ápolása közép-európai és egyetemes érdek.

A 2019/2020-as tanévben három magyarországi iskola (Kölcsy Ferenc Gimnázium Zalaegerszeg – mint kezdeményező; Cserepeka Iskola, Pécs – mint szervező és Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg – mint a Genetika Szülőföldjének képviselője) az akadémiai ünnepek lezárásaként a „*Genetika-200 Nemzetközi Diáktudományos Versenyt (G200-NDV)*” hirdet a magyar nyelvterület diákjai és segítők számára. A részvétel díjmentes. A magyar nyelven szervezett versenyre **2019. november 1-ig** jelentkezhetnek be 1-2 diákból és vezető tanárukból álló csapatok a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) E-címen Magyarországról, a környező 7 országból és a diaszpórából.

A bejelentkező szövege: **Bejelentkezünk a GENETIKA 200 versenyre: a versenyző(k) neve, évfolyama, E-címe, (tanár)vezetőjük neve; iskolájuk neve és országa.**


Az első (on-line) forduló anyagát **2019. november 4-én** kapják meg bejelentkezettek az általuk megadott E-címen. Az online fordulót **2019. november 27-én 15:00 órai kezdettel** tartjuk (november 26-án kapják az iskolák E-címükre a belépési kódot). Az első fordulóban sikeres versenyzők a második fordulóra való meghívást **2019. december 9-ig** kapják meg.


A második fordulóra meghívott csapatok **2020. március 20-án mutatják be előadásukat egy általuk választott genetikai témában** a verseny zsűrijének, illetve videokonferencián minden érdeklődőnek. Eredményhirdetés helyben. Minden résztvevő oklevéllet kap, a nyertes diákok és tanáraik valamint (a támogatások függvényében) a résztvevők is jutalomban részesülnek. Legjobb előadások kiemelt összegű „Fesztetics Imre-díj”-ban részesülnek.

  
**Keszey Balázs**  
igazgató  
Kőszeg, Jurisich Gimnázium

  
**Dr. Szabó Attila**  
igazgató  
Pécs, Cserepeka Iskola

  
**Makovecz Tamás**  
intézményvezető  
Zalaegerszeg, Kölcsy  
Gimnázium

  
**Pozsik Lajos**  
Fesztetics-projektvezető  
Zalaegerszeg, Kölcsy Gimnázium

  
**Horváth Erika**  
Genetika-200 NDTV szervező  
Pécs, Cserepeka Iskola

Kölcsy-F.-cs.-Zalaegerszeg, 2019.10.02

## ONLINE VERSENYFELHÍVÁS

Tisztelt Igazgató Asszony/Úr!

Hivatkozva Oros Róza alábbi körlevelére, a jelen E-velünk záradékában tisztázunk néhány eddig felmerült kérdést:

Oros Róza körlevele:

Szeretettel várjuk az Önök intézménye diákjainak csatlakozását a mellékelt felhívásban szereplő, három magyarországi iskola kezdeményezéséhez, mely a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny*” elnevezést viseli.

Abban a reményben keressük Önöket, hogy iskolájuk szakos tanárai hozzánk hasonlóan fontosnak érzik a versenyhez való csatlakozást, és legalább egy csapattal beneveznek erre a versenyre.

Kérjük Önt, hogy az érintett kollégák számára továbbítsa a felhívásunkat.

A jelentkezés határideje: 2019. 11. 01.

A jelentkezéseket a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) címre várjuk!

Az eredményes együttműködés reményében:

**Horváth Erika** szervező tanár Cserepka Iskola Pécs  
és

**Oros Róza** köznevelési szakértő

Baptista Tehetségsegítő Tanács elnöke

### Néhány eddig felmerült kérdés tisztázása:

A "*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny*" felhívására eddig beérkezett érdeklődéseknek fontosabb kérdései:

1. Hány fős lehet a jelentkező csapat?

Válasz: Egy vagy két diák és a segítő tanár(ok) alkotnak egy csapatot.

2. Hány csapat jelentkezhet egy iskolából?

Válasz: Nincs felső korlát.

3. Csak gimnazisták jelentkezhetnek?

Válasz: Nem. Bármilyen korú értelmes és érdeklődő diák jelentkezhet (tehát a jelentkezés tehetségfüggő).

4. Miből készülhetnek fel a csapatok az első fordulóra (online teszt)?

Válasz: Az első forduló két témát fed le:

1. Mit írt Festetics Imre a genetikáról 200 éve? Erre a válaszok a csatolt anyagban találhatók.

2. Mit írtak Festetics Imréről 30 éve? Erre a válaszok a versenyt meghirdető iskolák honlapjainak megfelelő részein lévő cikkben találhatók (a zalaegerszegi <http://www.kolcsey-zeg.hu/festetics/> feltöltése folyamatban van, és a pécsi (<http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200>) kialakítás alatt).

Várjuk a további jelentkezéseket a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) címre. Közeleg a határidő.

A közös munka reményében, jókívánságokkal,

**Horváth Erika**, versenyszervező Pécs, **Keszei Balázs** Kőszeg, **Pozsik Lajos** Zalaegerszeg

## A Genetika-200 NDTV-TESZT

### Negyedik Tájékoztató

Az első forduló első kérdéscsoportja arra vonatkozik majd, hogy **mit írt Festetics Imre két évszázada, 1819-ben** a beltenyésztésről és a természet genetikai törvényeiről. A bevezető kérdések a magyar tudomány 1800-as évek elején elfoglalt helyére, a „genetikai törvények” szakkifejezés első előfordulására, Festetics Imre 1819-es cikkének a helyes címére, a cikk megjelenésének a helyére és nyelvére, illetőleg Festetics Imre életére vonatkoznak. Ez után cikkének lényegére, törvényeinek tartalmára, az állati, növényi és emberi öröklődéssel kapcsolatos megjegyzéseire és hitvallására vonatkozó kérdések következnek majd.

Az első forduló második kérdéscsoportja arra kérdez rá, hogy **mit tudtunk Festetics Imréről három évtizede**, 1989-ben. A bevezető kérdések itt az öröklődés (heredity) és az örökléstan (genetics) közötti különbségekre, a genetika megjelenésének idejére és szereplőire, a genetika tudományának a jelentőségére vonatkoznak. Külön kérdéscsoport lesz a Festetics családról, Festetics Imre életéről és a

brünni „Juhos Társaságról”. Végezetül Festetics Imre felismeréseinek elsőbbségére (prioritások), elfeledésének okaira és a rendszerváltás korának közép-európai tudományos hatására vonatkozó kérdések zárják a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV) online tesztjét.

Az első fordulóra a nem magyarországi versenyzők november 24-ig jelentkezhetnek a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) címen a következő szöveggel:

*Alulírottak, bejelentkezünk a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny első fordulójára. Nevünk: ..... vezetőtanárunk neve: ..... E-címünk: .....@....., iskolánk neve: ....., Város.....; Ország: .....*

A résztvevők 2019. nov. 26-án kapják meg az általuk megadott E-címre az online teszt kitöltéséhez szükséges tájékoztatást és a belépési kódot. 2019. nov. 27-én 15 órakor kezdődik az első forduló tesztkérdéseinek kitöltése. 2019. dec. 9-ig postázzák számukra a szervezők a teszt eredményét, az elismerő okleveleket, illetve a második fordulóra való meghívást, melyen a részvétel később is eldönthető.

## **A G200 NDTV-TESZT**

GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV)

### **7. Végző Tájékoztatója**

A GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200-NDTV) első fordulójának távpróbája (online teszt)

2019. nov. 27-én 14.30 órakor kezdődik és egy óra múlva zárul az első forduló tesztkérdéseinek kitöltésével. Felhívjuk a figyelmet, hogy a tesztkérdések között vannak olyanok, amelyekre több helyes válasz is adható. Ezek mindegyike pontot ér, tehát

bejelölendő. A hibás válaszok pontlevonással járnak. Az első forduló online tesztjének belépési felülete: <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200-teszt>. Itt az INDÍTÁS szóra kattintva megnyílik a TESZT. Előzetes információk a <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200> honlapon találhatók. Ezen az oldalon található segédanyagok, a tesztkérdések kitöltése során szabadon használhatók. Kérünk mindenkit, hogy kattintson rá mindkét URL-címre, és ha valamelyik nem nyílik, jelezzék! Az eredmények a <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200> honlapon 2019.12.09-től tekinthetők meg.

Eredményes vetélkedést kíván a verseny szervezőinek  
nevében is: Horváth Erika *versenyszervező*

Pécs, 2019. 11. 26.

### **A GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G-200NDTV) első fordulójának eredményei és a második forduló feladatai**

#### **Az első forduló eredményei:**

*Résztvevők száma:* 79 fő

*Diák:* 60 fő

*Tanár:* 19 fő

*Csapatok száma:* 34

*Résztvevő intézmények (iskolák) száma:* 16

*Résztvevő városok:* Beregszász, Budapest, Debrecen,  
Dunaújváros, Kőszeg, Marosvásárhely, Miskolc,  
Mosonmagyaróvár, Pécs, Szamosújvár, Szeged, Temesvár,  
Torda

*Országok:* Magyarország, Románia, Ukrajna

Az elismerő okleveleket a tanárok (1) és a diákok (2) számára név szerint állítottuk ki. Ezek az alábbi URL-ről tölthetők le:

1. <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/emleklap-tanaroknak.szg>
2. <http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/emleklapok-diakoknak.szg>

A Zala megyei *Festetics Imre Versenyt* egyenrangúnak tekintettük a „Genetika-200” első fordulójával. Annak az értékelését egy külön zsűri végezte.

A második fordulóra a meghívás városok és intézmények szerint történik. Abban az esetben, ha egy iskola több csapatot is indított, akkor a második fordulóba maximum két csapat nevezhet be. Ennek az eldöntése a vezetőtanárok feladata.

A meghívott csapatok felsorolása:

<b>Magyarország:</b>	
<b>Város</b>	<b>Intézmény</b>
Budapest	Kosztolányi Dezső Gimnázium
Budapest	Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
Budapest	Budapesti Szent Benedek Középiskola és Alapfokú Művészeti Iskola
Debrecen	Tóth Árpád Gimnázium
Dunaújváros	Pannon Oktatási Központ Gimnázium
Kőszeg	Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium
Miskolc	Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon
Mosonmagyaróvár	Kossuth Lajos Gimnázium és Kollégium
Pécs	Cserepka János Iskola
Szeged	Karolina Óvoda, Ált. Isk., Gimnázium, Alapfokú Műv. Isk. és Koll.
Szeged	Szegedi Baptista Középiskola
Zalaegerszeg	Zrínyi Miklós Gimnázium

Zalaegerszeg	Kölcsey Ferenc Gimnázium
<b>Románia</b>	
Marosvásárhely	Bolyai Farkas Elméleti Líceum
Szamosújvár	Kemény Zsigmond Elméleti Líceum
Temesvár	Bartók Béla Elméleti Líceum
Torda	Jósika Miklós Elméleti Líceum
<b>Ukrajna</b>	
Beregszász	II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Felsőfokú Szakképző Int.

### **Előzetes tájékoztatás a második forduló időrendjéről, feladatairól**

A második forduló kezdete: 2019.12.10.

#### **Feladatok:**

- a választott téma címének és összefoglalójának beküldése a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) E-címre: 2020. 01. 15.
- a pályamunka (PP-bemutató és előadás-szöveg) beküldése a fenti E-címre: 2020.02.10.
- a beküldött pályamunkák elbírálása 2020. 02. 20.
- a meghívott előadások bemutatása, zsűrizése, díjazása Budapesten: 2020. 03. 07.

### **Útmutató a második forduló pályamunkáinak a tematikájához:**

<http://cserepka-janos.baptistaoktatás.hu/genetika-200-2.-fordulo>

- A csapatok választhatnak Festetics Imréhez kapcsolatos témát, vagy az adott ország, város vagy intézmény hozzájárulásának bemutatását a genetika történetéhez.
- Témák kereshetők azokból az anyagokból is, melyek 2020.01.10-ig felkerülnek a GENETIKA-200 honlapjára;
- Ugyancsak választható téma a Festetics Imrével kapcsolatos 1990 után keletkezett világhálós források egy-egy részletének feldolgozása.

Esetleges további információkat az elkövetkezendő tájékoztatók tartalmazzák. Horváth Erika, *versenyszervező*

Pécs, 2019.12.09.



## **Második Forduló. Harmadik Körvél 2020.02.17**

Tisztelt Versenyzők! Kedves Kollégák!

2020. január végén érkezett az Innovációs és Technológiai Minisztérium hivatalos levele, mely nagyra értékelte a GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Versenyt, de nem tudta anyagilag támogatni.

Külső támogatás hiányában nem maradt más megoldás, mint a verseny online formában való lezárása. Ennek is vannak előnyei minden résztvevő számára. Az online munkaértekezletnek azonban vannak technikai feltételei is:

1. Sáv szélesség: minimálisan 5 Mbps.
2. Technikai háttér: skype program telepítve, kamera, mikrofon, opcionálisan kivetítő.
3. Beüzemelés és kipróbálás: ennek a tervezett időpontja 2020. március 10. 13-15 óra között.
4. A döntő tervezett időpontja 2020. március 12. 14:00

Kérjük, vegyék fel a kapcsolatot az iskola informatikusával és még f.év febr. 20. előtt jelezzék, hogy intézményük tudja-e biztosítani a fent leírt technikai feltételeket a világhálós lebonyolításhoz.

Egyben azt is jelezzük, hogy a konferencia anyagát kötetben is tervezzük megjelentetni, de erre a kérdésre csak a válaszaik megérkezése után térünk majd vissza.

Tisztelettel, a szervezők nevében is,

Horváth Erika *versenyfelelős*

## A MÁSODIK FORDULÓ EREDMÉNYEI

Tisztelt Versenyzők!

Eredményesen és sikeresen lezárult Versenyünk II. fordulója.

Nyertek a versenyzők: értékes új tudást.

Nyertek a szervezők: sok új tapasztalatot.

Mi, a szervezők köszönjük a tapasztalatokat és szívből gratulálunk az eredményekhez.

A Genetika-200 II. fordulójának a zsűrije, a magyarországi csapatok közül a következő előadásokat juttatta a III. fordulóba, a szervező iskolák csapatai (Köszeg, Pécs, Zalaegerszeg) mellett:

1. Fazekas Fanni (vezetőtanár: Dr. Csizmadia Tamás), 2020, *Krinofágia, mint minőségellenőrző mechanizmus.*
2. Imolay Á; Nguyen Bich Diep (vezetőtanár: Dr. Endresz Gábor), *Prime: a következő szint a génmódosításban.*
3. Bánfalvi B., Zsarnai M., (vezetőtanár: Erős-Honti Zsolt), 2020, *Etogenetika - avagy miért nem esik messze az alma a fájától?*
4. Dobó P., Vereczkey K. (vezetőtanár: Kohári György), 2020, *A genetika megjelenésének kezdete a magyar ismeretterjesztő sajtóban.*
5. Karsai Johanna Sára., Szűcs Kata (vezetőtanár: Kohári György), 2020, *A növények genetikája. Rudolf Geschwind és Johann Gregor Mendel munkássága.*
6. Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta (Vezetőtanár: Molnárné Litványi Krisztina), 2020, *Genetika a méhészetben.*

Rajtuk kívül szerepelni fog még a határon túlról:

1. Zsoldos Enikő (Vezetőtanár: Márton Sarolta), 2020, *Románia hozzájárulása a genetika történetéhez*
2. Floca Larissa, Balog Szandra (Vezetőtanár: Tóth Kinga), 2020, *Temesvár, a mesterséges megtermékenyítés romániai bölcsője.*
3. Szilágyi Péter (Vezetőtanár: Szedlák Katalin), 2020, *Festetics és Mendel.*
4. Bercia A., Szabó D.,(vezetőtanár: Vremír Magdolna), 2020, *A filogenetikai törzsfák.*

Tekintettel a sűrű programra és az előre nem látható technikai gondokra, kb. 10 perc áll rendelkezésre az előadás bemutatására, viszont minden II. fordulóra jutott csapat dolgozatát közölni tervezzük a „Genetika-200 konferencia” kötetben.

Akik még nem jeleztek vissza, kérjük jelezzék, hogy technikailag a videokonferencia megvalósítható-e iskolájukban? A próbaüzem 2020. 03. 10-én 13:00 – 15:00 között lesz, a videokonferencia ideje 2020. 03.12-én 13:00 – 16:00 között lesz.

Eredményes versenyzést és sok sikert kívánnak a verseny szervezői:

Keszei Balázs, Pozsik Lajos, Horváth Erika  
Kőszeg \* Zalaegerszeg \* Pécs

## **A GENETIKA-200 Bíráló Bizottságának a felkérése**

Tisztelt Professor Úr!

Korábbi egyeztetésekre, illetőleg a Festetics Imre Emlékévben játszott szerepére hivatkozva, a „Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200 NDTV)” szervezőinek nevében szeretném felkérni a verseny II. fordulójából továbbjutott előadásoknak a bírálatára.

A genetikatörténeti és modern genetikai pályamunkák esetében tulajdonképpen csak a sorrendiség, azaz az I –II – III. hely megállapítása volna a fontos. Ezért a mellékelt értékelőlap tulajdonképpen csak tájékoztatóul szolgál, kitöltése nem feltétlenül szükséges.

A beérkezett pályamunkákból egy kis kötet kiadását tervezzük. Nagy megtiszteltetés volna, ha ebben a kötetben a tisztelt Felkért Bíráló röviden értékelné tapasztalatait, illetve a G200NDTV oktató-nevelő jelentőségét.

Mivel a III. fordulót online módban tervezzük, felkérésünk nem jelent utazással járó kellemetlenséget, idővesztést. A Genetika-200 versenyre vonatkozó további részletek a Verseny honlapján találhatók meg:

<http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200>

A GENETIKA-200 III.(online) fordulójának felkért  
Bírálbizottsága:

Elnök: Prof. Dr. Kroó Norbert

Tagok: Prof. Dr. Dudits Dénes (Szeged)

Dr. Poczai Péter (Helsinki)

Prof. Dr. Podani János (Budapest)

Prof. Dr. Seregi János (Budapest)

Prof. Dr. Szabó T. Attila (Balatonfüred)

Egyetértő visszajelzése esetén a II. forduló lezártaival (azaz f.év 20-a után) E-módban küldjük a 2020 március 12-re tervezett III. G200-NDTV forduló 10 pályamunkáját.

Együttműködését előre is köszöni a versenyszervezők  
nevében, Horváth Erika *versenyfelelős tanár*

## **A Genetika-200 Webinárium (20.02.21.)**

Tisztelt Igazgató Úr! Kedves Kollégák!

Hivatkozva korábbi körlevelünkre, melyben jeleztük a  
„*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200 NDTV)*” indulását és az ebben való részvétel lehetőségét,  
tájékoztatjuk, hogy a verseny I. és II. fordulója sikeresen lezajlott.

A III., végső forduló egy GENETIKA-200 WEBINÁRIUM.

Ebben a nyerteseken kívül, akik a webináriumunk előadói,  
valamennyi érdeklődő diák és tanár nézőként részt vehet ott, ahol erre  
Mikrosoft Skype vállalati verziója az intézmény informatikai rendszere  
révén lehetőséget biztosít.

Csak nézőként és potenciális szavazóként viszont bárki részt  
vehet, aki rendelkezik egy Skype-hozzáféréssel.

E-velünk mellékletében összefoglaljuk a részvétellel  
kapcsolatos fontosabb tudnivalókat. Kérjük, használják ki mennél  
jobban ezt a csodálatos, új lehetőséget.

Várjuk jelentkezéseiket, hogy megküldhessük a nézői  
részvételhez szükséges jelszót (linket).

Pécs, 2020.02.25.

Dr. Szabó Attila  
*igazgató*

## **Genetika-200 a Hálón**

*„Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200 NDTV)” Webináriumáról*

A webinárium, más néven webkonferencia a 2010-es évek során világszerte elterjedt online kapcsolatfelvétel, amely során a résztvevők úgy kommunikálhatnak, hogy láthatják illetve hallhatják egymást. Ehhez a technikai hátteret egy videokonferencia rendszer (Microsoft Skype Vállalati verzió) biztosítja. A részvételt szokásosan előzetes regisztrációhoz kötik - a regisztráló személyek e-mailben kapják meg a belépési linket.

A webinárium a „web” és a „szeminárium” szavak kombinációjából született: olyan online előadások összessége, amelyeket az emberek az interneten keresztül a világon bárhol elérhetnek és megtekinthetnek. Olcsó és hatékony lehetőséget biztosít ez nagyobb célközönségek eléréséhez.

Ezt a technikát a világ egyik legnevesebb tudományos közössége, az 1880-ban alapított American Association for the Advancement of Science (AAAS) is csak a 2000-es években állította rendszerbe (<https://aaas-arise.org/webinars/>), és Magyarországon is csak az utóbbi 10 évben vezette be néhány egyetem (pl. <http://webinarium.edutus.hu/>), lépve az online tanulás irányába.

Középiskolai Diák-Tudományos konferencia szervezésére a Cserepka Iskola 2018/19-ben próbálta elsőként ki a „*Hóvirágok és a globális felmelegedés*” (*Galanthus Global Warming Project 2015-2020*) keretében ( <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/galanthus-palyazat>).

Legjobb tudomásunk szerint a „*Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny (G200 NDTV)*” III. fordulója az egyik első – ha nem a legelső – olyan Magyarországon, vidéki gimnáziumok (Kőszeg, Pécs, Zalaegerszeg) által rendezett és egy vidéki „civil kutatóhely” (*BioDatLab Balatonfüred*) által irányított Nemzetközi Diák-Tudományos Webinárium, melynek már az előkészítése is a világhálón zajlott (<http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200-1.online-fordulo-megoldasok>).

Mert ne feledjük: a magyar genetika 200 éve sem a fővárosban (Buda, Pozsony), hanem vidéken (Kőszeg, Keszthely, Simaság) kezdődött.

### *A REGISZTRÁCIÓ MENETE:*

1. Részvételi szándék megküldése a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) E-címre a belépni szándékozó E-címének a megadásával
2. A belépési kód (link) megküldése a belépni szándékozónak
3. Belépéssel élővé válik a webináriumban való részvétel
  - a. szervezőként minden szinten
  - b. előadóként mint előadó és néző
  - c. nézőként csak mint néző

A GENETIKA-200 WBINÁRIUM KEZDETE: 2020.03.12:14 óra (CET)

A GENETIKA-200 WEBINÁRIUM SZAVAZÓLAPJA

A GENETIKA-200 WEBINÁRIUMON elhangzott előadások közül a következők tetszettek legjobban:

Javasolt helyezés	Az előadás címe	Előadó	megjegyzés
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

### **Kérdések és kiegészítések a vetélkedő lezárásához**

Tisztelt Versenyzők!

*A GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos*

*Webináriumra* beérkezett dolgozatok értékelése folyamatban van. Az eddigi értékelések alapján a következő *kiegészítéseket jelezzük*, illetve kérjük: Minden dolgozat utolsó előtti diájaként iktassák be a vetélkedő bírálóbizottságának kérdéseit és az azokra adott feleleteket.

- a. Mivel az előadások szerzői a diákok mellett a vezetőtanárok is (akik így maguk is „versenyzők”), minden csapat első kérdése a százalékos munkamegosztásra fog vonatkozni (mint ez szokásos is ilyen esetekben)
- b. Az erre a kérdésre adott válasz őszintesége csak pozitív irányban befolyásolja a zsűri döntést, hiszen a vezetőtanárok is társszerzők.
2. Az utolsó „köszönjük a figyelmet” dia elé iktassanak be egy szellemes képet a csapatról (vezetőtanár+diák+az iskolájuk) és ezt a diát küldjék el külön is a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) címre 2020.márc. 9-ig, hogy a „próbanapon”, azaz 10-én már használni tudjuk.
3. A bizottsági kérdéseket 2020.03.07-ig meg fogják kapni a csapatok.

Eredményes felkészülést kíván: a szervezők a nevében is,

Horváth Erika *versenyfelelős tanár*

### ***Tisztelt Intézményvezető!***

Annak idején felhívtuk a figyelmét a *GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedőre (G200NDTV)*. Örömmel értesítjük, hogy a G200NDTV első két szakasza eredményesen zárult és a versenyben maradt 15 iskola csapatai a pécsi Cserepka Iskola, valamint a kőszegi és zalaegerszegi társiskolák által szervezett *GENETIKA-200 Webináriumon* mérik össze erejüket f. év március 12-én 13:00-16:00 között. A rendezvény a bejelentkezők számára valós időben nyilvános, de a G200NDTV honlapján a későbbiekben is hozzáférhető marad.

*A GENETIKA-200 Nemzetközi-magyar Diák-Tudományos Webinárium* egy kevésbé ismert hungarikumra vonatkozik: Festetics Imre 1819 és 1820-ban közölte azokat a cikkeket, melyekben a világon először nevezte az örökléstan tudományát genetikának a szó mai értelmében. Ezek a cikkek 4 évtizeddel előzték meg Mendel

felfedezéseit, és közel egy évszázaddal előzték meg Batesont, akit az angolszász világ a genetika első megnevezőjének tart.

A pécsi Cserepka Iskola, Festetics szülőföldjével, Vas megyével (Kőszeg, Jurisics Gimnázium) és a zalaegerszegi Kőlcsey Gimnáziummal együttműködve az akadémiai ünnepségek lezárásaként (lásd a hivatkozott honlapokat) Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Webináriumot tart, Románia, Ukrajna és Magyarország különböző nemzetiségű diákjainak részvételével.

Hasznos volna, ha erről a különleges alkalomról iskolájuk érdekelt tanárai és diákjai is értesülnének. Amennyiben kérdéseik volnának, a következő E-címen állunk rendelkezésükre:  
[genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com).

A „Genetika-200 Webinárium” szervezőinek nevében,  
Tisztelettel,

**OROS Róza**, köznevelési szakértő  
*Baptista Tehetségsegítő Tanács elnöke*

Budapest, 2020. 03. 05.

### ***Hivatkozott honlapok***

MTA, Budapest, Martonvásár:

<https://mta.hu/esemenynaptar/2019-05-09-imre-festetics-and-genetic-laws-of-nature-2821>

<https://tab.mta.hu/veszpremi-teruleti-bizottsag/esemenyek/festetics-imre-elfeledett-oroksege>

FESTETICS-200 Verseny, Zalaegerszeg: <http://www.kolcsey-zeg.hu/festetics/>

GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Verseny, Pécs:

Első forduló (online teszt): <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200>

Második forduló: <http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200-2.-fordulo> (irodalom)  
<http://cserepka-janos.baptistaoktatas.hu/genetika-200-2.-fordulo>

Záró forduló:

GENETIKA-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Webinárium (munkában)



## **A GENETIKA-200**

Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020)  
és Webinárium (2020.03.12.)

### **EREDMÉNYHIRDETÉSE**

Kedves GENETIKA-200 Döntős Csapatok!

Eljött a „genetikatörténeti időkben” záruló „*GENETIKA-200*” eredmények kihirdetésének a napja! Genetikatörténeti Időkről azért beszélhetünk, mert egy ilyen aprócska genom, mint amilyen a SARS-COV-2 vírusé, soha nem okozott akkora felfordulást a technoszférában – sőt az oktatásban sem – mint az általa gerjesztett COVID-19-es világjárvány. Genetika ez a javából!

Ebben az értelemben a GENETIKA-200 WEBINÁRIUMA „oktatástörténeti időkben” zajlott, hiszen ez volt az első kibernemzedék Magyarországon, amelyik nem osztálytermekben, hanem otthon, számítógépek és maroktelefonok képernyői előtt, mondhatni, hogy gépektől tanult. Büszkéek lehetünk/tek arra, hogy ez a 15-17 vetélkedő csapat (ide számítva azokat is, akik technikai okokból nem tudtak végül bekapcsolódni) egy nappal azelőtt vizsgázott online genetikából a Kárpát-medence három országában, mielőtt bekövetkezett volna a magyar oktatásügy „online kényszerforradalma”.

Ez a nap a „GENETIKA-200 VETÉLKEDŐ” Bíráló Bizottságának nagy próbatétele: hogyan tud igazságosan rangsorolni 16 csapat közel egyenértékű teljesítményei alapján? Szerencsére eleve két csoportban zajlott a vetélkedő: a határon túli és a mai határokon belüli magyar iskolák külön csoportban versenyeztek. A Bírálok – gondolatban – még egy harmadik csoportot is külön kezeltek: a versenyt gondozó, és így a díjakat és jutalmakat osztó iskolák csapatait.

A „Határokon Túli Magyar Iskolák” esetében viszonylag könnyű dolga volt a Bírálóknak. A három romániai és az egy ukrainai csapat közül az ukrainai, az egyik csapattag baleste miatt vissza kellett mondja a döntőben, a Webináriumon való részvételt. Így ebben a csoportban a következő sorrend alakult ki:

1. „*Temesvár, a mesterséges megtermékenyítés romániai bölcsője*”- Floca Larissa, Balog Szandra, Tóth Kinga(vezetőtanár), 2020, Bartók Béla Elméleti Líceum, Temesvár, Románia.

2. „*A filogenetikai törzsfák*” - Bercia Antónia, Szabó Dávid, Vremir Magdolna (vezetőtanár) Jósika Miklós Elméleti Líceum, Torda, Románia.

3. „*Adatok a romániai genetika történetéhez*” - Zsoldos Enikő, Márton Sarolta (vezetőtanár), Kemény Zsigmond Elméleti Líceum, Szamosújvár, Románia.

A magyarországi iskolák esetében már sokkal nehezebb dolga volt a Bírálóknak, különösen azért, mert az első helyeken éppen a rendező iskolák csapatai szorongtak ... tehát saját magukat kellett volna jutalmazni. Miután ez kiderült, a „rendező csapatok” önként hátrébb léptek. A Bizottság ezt elfogadta, de ragaszkodott Kőszeg – mint a Magyar Genetika Szülővárosa – díjazásához. Így ebben a csoportban a következő sorrend alakult ki:

1. „*A tehetség halmozódása és megnyilvánulása a Festetics és Chernel családokban*” - Keszei Zita Virág, Magyar Zsófia, Bancsó Sándor (vezetőtanár), Jurisich Miklós Gimnázium és Kollégium, Kőszeg.

2. „*A növények genetikája Rudolf Geschwind és Johann Gregor Mendel munkássága*” - Karsai Johanna Sára, Szűcs Kata, Kohári György (vezetőtanár), Karolina Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti Iskola és Kollégium, Szeged

3. „*Genetika a méhészetben*” - Fekete Eszter, Kovács Kadosa Vojta, Molnárné Litványi Krisztina (vezetőtanár), Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Miskolc.

Eredetileg úgy terveztük, hogy a diplomákat, érmekeket és a pénzjutalmat Kőszegen, az esemény és a hely szellemének megfelelően a Festetics Imre egykori otthonában, a Festetics-palotában (jelenleg a Felsőbb Tanulmányok Intézete – Institute of Advanced Studies Kőszeg) személyesen fogjuk a nyerteseknek átadni, de erről a COVID-19 világjárvány és más, anyagi okok miatt is le kellett mondani.

Éppen ezért kérjük a nyertes csapatokat, hogy E-posta fordultával közöljék a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) címre a jutalmak postázásához szükséges adatokat:

Címzett neve:

Postai címe: város, utca, házszám, irányítószám, ország (a nem magyarországi nyertesek esetében)

Banki adatok: (ahova a pénzjutalom átutalható)

A Bíráló Bizottság külön is szeretné felhívni mindenkinek a figyelmét arra, hogy még hátra van a GENETIKA-200 vetélkedő legizgalmasabb – és talán leghasznosabb – fordulója, a KÖZÖNSEGSZAVAZÁS. Ennek hasznossága majd azzal mérhető le, hogy hányan látogatják meg a verseny honlapját, hányan olvassák a Vetélkedő során a honlapról a kibertérbe kerülő izgalmas anyagokat, illetve hányan veszik majd a fáradságot, hogy saját szempontjaik szerint értékeljék a döntőbe jutott pályamunkákat.

Ebben a fordulóban tehát már nem a Versenyző Csapatok, hanem a Szavazó Egyének kerülnek majd díjazásra.

Ennek megfelelően félévenként a GENETIKA-200 jutalmakat sorsol ki azok között, akik az első három leghasznosabbnak ítélt pályamunkára szavaztak.

Szavazni az alábbi úton lehet:

ONLINE BIZOTTSÁGI SZAVAZÓLAP

A GENETIKA-200 DÖNTŐS PÁLYAMUNKÁIRÓL

A kötetbe olvasható három legjobb pályamunka mellé kell beírni egy számot a SZ rovatba 1-5 között (5=legjobb)

A PÁLYAMUNKA RÖVID CÍME	SZ
<u>Tehetség a Festetics és Chernel családokban</u>	
<u>Juhtenyésztési viták Brünnbén</u>	
<u>Adatok a romániai genetika történetéhez</u>	
<u>Festetics Imre élete és munkássága</u>	
<u>A genetika kezdetei a magyar sajtóban</u>	
<u>A növények genetikája: Geschwind és Mendel</u>	
<u>Temesvár, a mesterséges megtermékenyítés romániai bölcsője</u>	
<u>Genetika a méhészetben</u>	
<u>Oswald Avery, avagy a magányos baptista</u>	
<u>Mimustól a modern genetikáig</u>	
<u>Etogenetika</u>	
<u>Prime: a következő szint a génmódosításban</u>	
<u>A filogenetikai törzsfák</u>	
<u>Krinofágia, mint minőségellenőrző mechanizmus</u>	
<u>CRISPR, avagy....</u>	

A címekre kattintva a dokumentumok a Genetika-200 honlapról letölthetők. UgRóLap (URL): a közönségszavazáshoz:

<http://www.gelabor.hu/szig-gel/fooldal/genetika-200/webinarium-kozonsegszavazas.szig> 2020.május.15-től nyitott

Végezetül a Szervezők és Bírálok nevében is szívből gratulál és további jó munkát, erőt, egészséget, eredményes, jó munkát kíván a „GENETIKA-200” Minden Kedves Résztvevőjének Pécsről, 2020. 05. 15-én  
Kollegiális tisztelettel és baráti köszönettel,

**Horváth Erika**

*versenyfelelős tanár, Cserepka Iskola*

## **Kohári György, Molnárné Litványi Krisztina és Horváth Erika E-velezéséből**

*Tisztelt Versenyfelelős! Kedves Erika!*

Nagy meglepetéssel és örömmel olvastam levelét!

Pályám harminc éve alatt sokféle versenyen indultam diákokkal, de arra még nem láttam példát, hogy a döntőt követően, a rendező iskola csapatai átengedjék a dobogós helyezést. Hihetetlen gesztus ez, példát nem látok rá korábbi évtizedeimből.

A két versenyző leány nevében is köszönjük ezt, s nagyon remélem, hogy a dobogóról önként lelépők valamiféle különdíjjal teljesítményükért – és ezért a döntésükért – jutalmazva lesznek.

Külön köszönettel tartozom a verseny szervezéséért, amely minden technikai és mikrobiológiai nehézség ellenére rendben lezajlott.

Magam rózsákkal is foglalkozom, a témaválasztás nem volt egészen véletlen. Csokrot nem küldhetek, így fogadja szeretettel ennek a régi rózsának a fényképét! A képen az Old Scotch Yellow fajta idei felvétele látható, amely a genetika születésekor már létezett, neve ellenére Európában többfelé előfordult, Darwin és Geschwind biztosan találkozott vele, Mendel is jó eséllyel láthatta.

*Szeged, 2020. 05. 18.*

Köszönettel és tisztelettel  
**Kohári György**



*Tisztelt Kolléga Úr! Kedves György!*

Meghatódva olvastam válaszát. Meghatódva, mert valóban az történt, amit csak a szegedi csapat értékelte eddig írásban. A Cserepka Iskola, Szabó T. Attila professzor úr és jómagam, akik a pénzjutalmakat „zsebből” előteremtettük, a társiskolák csapataival egyeztetve úgy döntöttünk, hogy bár a zsűri értékelése alapján tehettük volna, nem fogjuk önmagunkat díjazni. Előbb arra gondoltunk, hogy egy harmadik (rendezői) szekciót alakítunk, de ahhoz nem volt elegendő „Festetics-érmünk”. Akkor döntöttünk a hátralépés mellett ... de Köszeget nem engedjük visszalépni két okból. Egyrészt, mert nagyon lelkesek voltak és szépen dolgoztak, másrészt – és főként ezért – mint az Egyetemes Genetika Szülővárosára, rájuk vár a feladat, hogy 2022 áprilisában megrendezzék a mostani verseny eredményeként reményeink szerint rendszeressé váló második, azaz **II. GENETIKA-202 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedőt és Webináriumot**. Ez a vetélkedő – tekintettel a magyar genetika különleges időbeli (kezdeményező) szerepére és földrajzi szórására – hiszen 8 különböző Közép-Európai országban, és szerte a világban dolgoznak magyar genetikusok, egyben a most még csak javasolt, még csak megálmodott „**II. Nemzetközi Magyar Genetikai Napok**” egyik eseménye is lehetne majd.

Tekintettel a több szempontból is történelmi 2020. esztendőre, a „**II. Nemzetközi Magyar Genetikai Napok**” javasolt tematikája is körvonalazódóban van már. Munkaneve a következő lehetne: **A SARS-COV2 parányi genetikai üzenetének társadalmi tanulsága**.

A rendezőknek ezt a tervét elsőként a Kolléga Úrral osztottuk meg. Belegyezne abba, hogy E-velezésünket – ebben az itt megszerkesztett formában – beiktassuk a készülő kötet epilógusába? Végezetül, kedves György!

Külön is illik megköszönni a gyönyörű rózsákat.

És ha már kiléptünk a „hivatalos” keretek közül: nekem temesvári gyökereim okán külön öröm volt, hogy a külföldi csapatok versenyét (teljesen megérdemelten) egy temesvári csapat nyerte. Kérdésem: Kohári Györgynek nincsenek „erdélyi” gyökerei?  
*Pécs, 2020.05.18.*

Tisztelettel, jókívánságokkal

**Horváth Erika**

*Tisztelt Versenyszervezők! Kedves Erika!*

Nagy örömmel értesültünk, hogy iskolánk csapata 3. helyet ért el, a Genetika-200 versenyen. Én, mint szaktanár nagyon egyetértek a verseny folytatásával kapcsolatos szavazással. Hiszen pontosan érzem, hogy nem a mi díjazásunk a tét, hanem maga a tudomány, főként a természettudomány népszerűsítése.

Sajnos, ma már nemzetközi tendencia a természettudományok népszerűségvesztése. Így minden olyan törekvést, kezdeményezést örömmel támogatok, ami ezt megfordítani igyekszik. Éppen ezért a szavazásra elküldött online szavazólapot már megosztottam iskolánk minden diákjával és tanárával. Remélem így is hozzájárulhatok egy kicsit az önök kezdeményezéséhez.

Kollegiális üdvözlettel, Miskolc, 2020. 05.17.

**Molnárné Litványi Krisztina**

*Tisztelt Vezetőtanár! Kedves Krisztina!*

Örömmel olvastuk a visszajelzést és ezúton is gratulálunk az elért eredményhez. Külön öröm volt, hogy pontosan érzékelté legfőbb szándékunkat. Valóban, ezen a vetélkedőn nem a győzelem, hanem a tudományra való nevelés volt a tét. Mivel ez volt versenyünk egyik központi gondolata is, kérjük, járuljon hozzá E-velezésünk szerkesztett változatának a közléséhez a készülő kötetben. Köszönjük, hogy megosztotta a GENETIKA-200 szavazólapját iskolájának diákjaival és tanáraival. Reméljük, hogy ez nem csak a kezdeményezésünket népszerűsíti, de azok tudását is gazdagítja, akik szavazás céljával a pályázók munkáit böngészik majd.

Jókívánásokkal Pécsről, 2020. május 18.

**Horváth Erika, a GENETIKA-200 versenyfelelőse**

# **JAVASLAT**

## **a Magyar Genetika Nemzetközi Napjának létrehozására**

Az alábbi JAVASLAT a Genetika-200 Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő 2019-2020 és Webinárium 2020.03.12. (NDTVW) és az azt megelőző nemzetközi és nemzeti (akadémiai) „Festetics Imre Emlékelőadások” során körvonalazódott.

### **Indoklás**

- A Genetika nem egy a tudományok közül, hanem az Élet és az Értelem létrejöttének és működésének tudománya;
- A genetikai információ megléte teszi a Föld nevű bolygót különlegessé az általunk ismert Világegyetemben;
- A magyar genetika 200 évvel ezelőtti kezdeményező szerepe és immár 100 éve tartó különleges földrajzi megoszlása (Közép-Európa 8 országában és világszerte dolgoznak magyar genetikusok) külön is indokolja a ***Magyar Genetika Nemzetközi Napjának létrehozását.***

### **Részletezés**

1. A 2020. évvel kezdődően minden második évben tartsuk meg a Magyar Genetika Nemzetközi Napját (MGNN) azért, hogy emlékezzünk és emlékeztessünk
  - a. a magyar genetika kezdeteire (Festetics Imre: *Über Inzucht*, 1819. április);
  - b. és a Közép-Európa 8 országában, valamint szerte a világon alkotó genetikusaink szellemi teljesítményeire.
2. Az MGNN megrendezésére minden évben egy nappal a Föld Napja (ápr. 22.) és 4 nappal az amerikai DNS Nap (National DNA-day, (National Human Genome Research Institute ; NHGRI; ápr. 25) előtt kerülhetne sor.

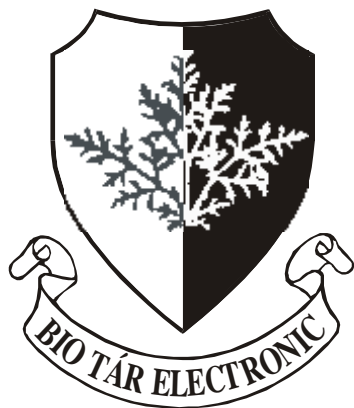


Amennyiben a 2020. évi – a Magyar Tudományos Akadémián tartott – nemzetközi „Festetics Imre Emlékelőadásokat”, illetve a GENETIKA-200 NDTVW Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedőt és Webináriumot tekintjük az elsőnek az ünneplések sorában, akkor a **Magyar Genetika 2. Nemzetközi Napját** 2022 áprilisában Kőszegen a GENETIKA-200 vetélkedő első helyezettjének, a kőszegi „Jurisics Gimnáziumnak” a bevonásával lehetne/kellene megszervezni egy nagyon időszerű, genetikatörténeti jelentőségű témában: *„A SARS-COV-2 parányi genetikai üzenetének hatalmas társadalmi tanulsága”* munkacímmel.

A javaslatunkra a visszajelzéseket a [genetika200@gmail.com](mailto:genetika200@gmail.com) E-cím fogadja folyamatosan.

2020.05.21./szta





## **GENETIKA-200. 2.**

**Poczai Péter**

### **Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai**

Melléklet a

*Genetika-200.1. Nemzetközi Diák-Tudományos  
Vetélkedő (2019-2020) és Webinárium. In  
memoriam Festetics Imre (1764-1847)*

című BioTár Electronic & GEL-TTMK kiadványhoz



*Balatonfüred*

**Helsinki**

**2020**

**Szabó T. Attila** (szerk.)

*DSc.biol., prof.habil.r., tudományos tanácsadó,*

BioTár Electronic, BioDatLab, Balatonfüred

*Technikai szerkesztő*

**Horváth Erika**

GELab., Cserepka Iskola, Pécs

*A kiadást támogatója*

**Borhidi Attila**, akadémikus

Kiadja a BioTár Electronic (Balatonfüred)

**Hozzáférés**

Magyar Elektronikus Könyvtár (OSZK-MEK)

<http://mek.oszk.hu/20700/20763/>

<https://mek.oszk.hu/html/vgi/QR.phtml?id=20763>

ISSN 1588-0443 (BioTár & BioTár Electronic)

ISBN 978-615-00-8437-4

ISBN 978-615-00-8438-1 (online)

© **Poczi Péter**

*Poczi Péter, 2020, Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai. Melléklet a Genetika-200.1. In memoriam Festetics Imre (1764-1847) BioTár Electronic & GEL-TTMK kiadványhoz. Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020) & Webinárium (2020.03.12.) \* Genetics-200 In memoriam Festetics Imre (1764-1847). International Student Science Competition (2019-2020) and Webinar (12.03.2020). A GEL-TT-Munkacsoport Közleményei. GEL-TTMK 2. szám & BioTár Electronic. Balatonfüred – Helsinki, Pg. 191-222.*

# Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai

Dr. Poczai Péter<sup>1,2</sup>

*Kurátor, egyetemi docens, vezető kutató*

<sup>1</sup>Helsinki Egyetem, Finn Természettudományi Múzeum, Helsinki, &

<sup>2</sup>Helsinki Egyetem, Viikki Növénytudományi Központ (ViPS),  
Szervezeti és Evolúciós Biológiai Kutatócsoport, Helsinki, Finnország

## 1. Bevezetés

Harminchat évvel ezelőtt használta Thomas H. Roderick (1930–2013) a genomika szót, amelyben a szanszkrit „Om”<sup>1</sup> inotációt kombinálta az 1920-ban Hans Winkler (1877–1945) által haploid kromoszómák megnevezésére használt genom fogalmával (Kuska 1998). Ezzel kezdetét vette a biológia azon interdiszciplináris tudománya, amely a szervezet teljes örökítő információjának (genom) funkcióját, felépítését, fejlődését és a tulajdonságok átadásáért felelős alapegységek (gének) kölcsönhatását vizsgálja. Mindez lehetetlen lett volna a XX. század elején kibontakozó genetika tudománya nélkül, amelyet Rédei P. György a *Genetika, genomika, proteomika és informatika enciklopédiája* c. kötetében úgy határoz meg, mint „az öröklődés, a variáció, valamint a genetikai anyag fizikai természetének és működésének vizsgálata” (Rédei, 2008, pp.

---

<sup>1</sup> Ebből alakult ki a napjainkban számos területen alkalmazott „-omika” (-omics) kifejezés pl. proteomika. De számos más születőben és a meghonosodás fázisában járó ilyen fogalom ismert, pl. plasztomika (*plastomics*), a növényi színtestek (kloroplásziszok) extranukleáris örökítő anyagának genomikai vizsgálatával foglalkozó szakterület vagy a múzeumika (*muscomics*), ami a múzeumokban felhalmozott biológiai gyűjtemények genomikai vizsgálatát jelenti.

781). Tehát, joggal vetődik fel a kérdés, hogy honnan ered a genetika szó, illetve kinek a nevéhez köthető ennek a fogalomnak az első biológiai értelemben vett alkalmazása?

A genetikai vizsgálódás előfeltétele az öröklődés, vagyis a tulajdonságok átadásának és diszpozíciójának ismerete az organikus reprodukcióban vagy más szóval annak a jelenségnek a megértése, amely megmagyarázza, hogy a biológiai tulajdonságok hogyan adódnak át egyik nemzedékről a másikra. Ehhez először azt kell felismerni, hogy a jelenség – az öröklődés – egyáltalán létezik, másodsor pedig azt, hogy maga a jelenség megfelelő szabályokat követ, matematikailag értelmezhető és tudományos módszerekkel vizsgálható. Az eltérések (allélek vagy mutációk) pedig nem tetszőlegesen jelennek meg a nemzedékekben, hanem pontos – sokszor nagyon bonyolult – szabályok szerint. Így válik felismerhetővé a tulajdonságok átadásáért felelős alapegység – ami leggyakrabban egy fehérjét kódoló gén – és kémiai vizsgálatokkal meghatározhatóvá a minden földi életforma tulajdonságának öröklődésért felelős információs egységet hordozó molekula, a cukorvázra épített foszfátcsoportokból és nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületekből álló DNS vagy RNS.

Az a perspektíva, amely az öröklődés biológiai fogalmának megalkotásához vezetett, se szokványos eszmetörténeti, sem pusztán (társadalom) történeti folyamatokkal nem magyarázható. Az alábbiakban szeretnék rávilágítani az öröklődésről alkotott gondolatokra, koncepciókra, amelyek összekapcsolódásából létrejött az öröklődés, mint biológiai fogalom. Ebben Festetics Imre (1764–1847) megfigyeléseinek fontos szerepe van és gondolatai illeszkednek az öröklődésről alkotott XIX. századi elképzelések közé, de azon jóval túlmutatnak. Ezen koncepciók ismerete nélkül viszont Festetics Imrét nem tudjuk elhelyezni a tudománytörténeti szintéren.

Az öröklődést körülölelő tudás nem egy, hanem több tudományterületen oszlott meg. Ez azt mutatja, hogy az

öröklődés jelenségei nem maradtak teljesen észrevétlenek sem az ókor sem pedig a későbbi századok kutató elméi előtt. Éppen ellenkezőleg ezek a gondolatok elszórtan ugyan de jelen voltak különböző diszciplínákban, viszont nem kapcsolódtak össze egyetlen halmazzá (tudománnyá). Ez a fragmentáltság lassította az általános tulajdonságok átadásával kapcsolatos biológiai fogalom kialakulását, amelyet az örökléstan egy huszárvágással egyesített. Ezt megelőzően az emberek különbséget tettek specifikus és egyéni, apai és anyai, leszármazási és szülői, normális és kóros (örökletes) hasonlóságok között, sőt még a test jobb és bal felét érintő változások között is. Ezek a megfigyelések tartalmazták az öröklődés általános fogalmát, amelyek a tulajdonságok biológiai helyzete (diszpozíciója) körül forogtak függetlenül attól, hogy milyen életformára, kóros vagy egészséges, anyai, apai vagy egyéni állapotokra vonatkoztak.

Ebben a tudáshalmazban következett be jelentős eltolódás 1819-ben, amely struktúrált jelentéskészletet hozott létre és egyesítette a kialakulóban lévő fogalmakat, amely a biológiai öröklődés modern koncepciójának tekinthető és egyben a genetika (genetika *sensu stricto*) tudományának előfutára is bár nem teljesen azonos azzal (genetika *sensu lato*), de az egyik a másikkól alakul ki. Írásomban a kettő közötti különbségre is szeretnék kitérni és röviden bemutatni az ehhez vezető folyamat főbb állomásait. Az időrendi felsorolásban elsősorban a keletkezési Festschrift-kastély könyvtárában megtalálható könyvekre támaszkodok, amely az öröklődés kérdésköréhez kapcsolódó gondosan szelektált és széleskörű ismeretanyagot tartalmaz az ókortól egészen a XIX. századig.

## **2. Az antikvitás és az öröklődés**

A XXI. században számunkra az öröklődés egyértelmű biológiai fogalom és a középiskolai, vagy az egyetemi tananyag szerves részét képezi. Viszont az ókorban erősen vitatott kérdés volt még az öröklődés jelensége is, habár ennek ténye az idők kezdete óta foglalkoztatta az emberiséget. Ehhez először össze

kellett kapcsolni a szaporodás (reprodukción) és a nemzés (generáción) folyamatát, amely magához az öröklődéshez vezet. Ez határozta meg a *mag* és az *anyag* kapcsolatáról kialakuló vélekedéseket, amely az élettelen dolgokat is elő generatív képességekkel ruházta fel. Az ókori görög gondolkodók, mint Arisztotelész (i.e. 394–322) vagy Kósi Hippokratész (460–377) ugyan felismerték a biológiai nemek szerepét a reprodukció folyamatában, de nem írtak le mélyebb összefüggéseket az öröklődéssel kapcsolatban. Egyszerűen azért, mert nem találtak egyértelmű (konzisztens) összefüggést a szülők és utódok tulajdonságai, ezek átadása között. Noha Arisztotelész tudott az életformákat körülvevő környezet komplexitásáról, írásaiból nyilvánvaló, hogy úgy gondolta a természet és az anyag nem képes a változásra (Arisztotelész, 1942, pp. 736b33–737a1). Pontosabban, az általa leírt kozmológiai keretek között az égitestek mozgása határozza meg a dolgok természetét. Ezek számára állandó és örök dolgok voltak.

Az ókorban a nemzés, a generáción fogalma is tisztázatlan volt és vitatták a különböző nemek hozzájárulásának mértékét a tulajdonságok átadásának és megnyilvánulásának folyamatában. Arisztotelész például a születendő gyermek nemét az időjárás, alakulásától, az apát és anyát ért hőhatásoktól és más bonyolult környezeti tényezők alakulásától tette függővé. Később, Galénosz (i.sz. 129–216) *De semine* c. munkájában ugyan egyesítette a *pángenézis* elméletét az ún. szexuális-bipotenciállal, amely szerint „*magfolyadékával*” mindkét szülő hozzájárul az utódok tulajdonságainak kialakításához (Galénosz 1992).

Az ókori gondolkodók tehát foglalkoztak az öröklődéssel, felismerték annak létezését, de szabályszerűséget a tulajdonságok átadásában nem tudtak felfedezni. Az értelmezhetetlen jelenségeket pedig biológiai értelemben távolosó magyarázatokkal próbálták pótolni. Erre a legjobb példa, hogy Arisztotelész, Hippokratész és Galénosz is hitt a spontán generáción vagy abiogenezis folyamatában, amely szerint



élettelen tárgyak képesek élő szervezetek kialakítására. Ezt azzal indokolták, hogy az állott húsban idő elteltével nyüvek jelennek meg vagy a korhadó fán gombák keletkeznek és a sáros pocsolyából békák bukkannak elő. Ezek a megfigyelések alapvetően helytállóak; a hiba a két esemény együttes megfigyeléséből levont következtetés, amelyből hiányzik az okozati összefüggés. Hiszen az állott húsba a legyek valóban petét raknak, amiből nyű típusú lárvák, majd legyek fejlődnek, de ez nem jelenti azt, hogy a hús képes lenne legyek létrehozására a semmiből. Ezen kauzalitás hiánya pedig az öröklődés mechanizmusának téves hipotéziséhez vezet. Mégis, ezek az elméletek dominálták az öröklődésről alkotott elképzeléseinket majdnem kétezer éven át.

### 3. *Theoria generationis*

A XVI. és XVII. században a preformáció vagy preegzisztencia elmélete azt feltételezte, hogy az öröklődés és az élet kibontakozása (*evolutio*)<sup>2</sup> egy Isten által a világ teremtése óta (*ab Origine Mundi*) elrendelt folyamat szerint zajlik. Eszerint a semmiből anyag csak isteni teremtés által (*creatio ex nihilo*)

---

<sup>2</sup> *Ēvolūtiō* a latin harmadik deklinációba tartozó főnév *singularis nominativus*-a vagyis, *ēvolvere*, *ēvolvō*, *ēvolūtiō* amely szó szerinti fordításban kihajtást vagy görgetést jelent. pl. egy tekercs kihajtása és kibontása, amelyet később az olvasással is rokonítottak. Az 1660-as évektől kezdve a preformisták a növekedés és fejlődés folyamatának leírására kezdték alkalmazni. Az öröklődő részecskékben eleve elrendelten jelenlévő formák „homonculusok” kibontakozására Charles Bonnet, 1762-ben szintén használta a fogalmat, míg mai biológiai értelmében alighanem Charles Lyell (1797–1875) használta a fogalmat először 1832-ben. Charles Darwin (1809–1882) 1859-ben megjelent *A fajok eredete* c. művében igyekezett tartózkodni az *evolutio* szó használatától és a „változás általi leszármazás” szókapcsolatot használta, hogy nézeteit megkülönböztesse a preformista elképzelésektől. Darwin inkább a szerzett tulajdonságok öröklődésén alapuló pángenezisben hitt, amit később unokatestvére Francis Galton (1822–1911) próbált statisztikailag magyarázni.

jöhet létre és az anyag természetéből fakadóan magában hordozza a teremtés eszenciáját, amely folyamat megkérdőjelezhetetlen, vitathatatlan ezért nem is vizsgálható. Ezzel szemben az epigenézis más alternatívát kínált az anyag szerveződésével kapcsolatban, amelyet természetes folyamatok irányítanak az akkoriban felfedezett elektromossághoz és más fontos kémiai kölcsönhatásokhoz hasonlóan. Így alakult ki a generáció kérdése (*theoria generationis*), amely megpróbálta összekapcsolni a természeti erőket az élő anyaggal, azt feltételezve, hogy az öröklődés (fejlődés) folyamata tanulmányozható. Az öröklődés epigenézis általi magyarázata viszont továbbra is lehetetlennek tűnt a természettudósok számára. Sőt, a mikroszkopikus világ feltárulásával további érthetetlen jelenségeket fedeztek fel (*Lásd* Poczai 2019, pp 23–36), amelyek nemhogy megerősítették volna az öröklődés szabályszerűségeit, inkább cáfolták azokat és további parázs vitákat, fokozódó bizonytalanságot váltottak ki.

Zavaró volt a generáció és regeneráció közötti kapcsolat, vagyis egyes állatok azon képessége, amely során elvesztett végtagjaikat képesek újra felépíteni. A francia Melchisédech Thévenotban (1620–1692) és Claude Perraultban (1613–1688) a gyík farkának vagy szalamandrák végtagjainak regenerációja láttán felmerült a kérdés: hogyan alakulhat ki újra a differenciáltan anyagból egy olyan összetett szerv, mint egy végtag, központi irányító erő nélkül? Ha a szalamandrák képesek erre, mi emberek miért nem? Mi a különbség a szalamandrák és emberek regeneratív képessége között?<sup>3</sup> A szintén francia René-

---

<sup>3</sup> Ami azt illeti, a regeneratív medicina területén dolgozó orvosokat, biológusokat ma is érdekli, miért képesek a szalamandrák (*Salamandroidea*) végtagjaik visszanövesztésére, és mi emberek miért nem. Ennek megértése elvezethet a sérült végtagjaink regeneráció általi pótlásához. Viszont ennek vizsgálatát jelentősen hátráltatja a szalamandrák és gőtéik óriási genomja. Az axolotl (*Ambystoma mexicanum* Shaw & Nodder, 1798) genomja 32 Gb, ami tízszer nagyobb az emberénél; ezért is sikerült olyan nehezen, csak néhány éve

Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757) erre azt a választ adta, hogy az eredeti szervezet láthatatlan részecskéi, a testben szétszórva korlátozott mennyiségben megtalálhatóak. Tehát az amputált végtag nem regenerálódhat végtelenül újra meg újra (Réaumur 1712). De a genfi Abraham Trembley (1710–1784) által 1741-ben felfedezett egyszerű testfelépítéssel rendelkező csalánczó, az édesvízi hidra (*Hydra spp.* L. 1758) további kérdéseket vetett fel Réaumur elméletével kapcsolatban. Trembley először úgy gondolta, hogy egy növényt fedezett fel, míg a szintén genfi Charles Bonnet (1720–1793) szerint egy rovar, ezért félbevágta a hidrát és azt várta, hogy az majd ugyan úgy fog reagálni, mint a növények: gyökeret ereszt és tovább folytatja életciklusát. Arra, viszont, hogy a hidra mindkét félbevágott darabból teljes mértékben regenerálja magát egyáltalán nem számított.<sup>4</sup> Ez sok fejtörést okozott Réaurnak és kortársának Pierre-Louis Moreau de Maupertuisnak (1698–1759) is, aki anonim módon 1745-ben megjelent *Vénus physique* c. könyvében azon töprengett, hogy ha a hidrának két feje van akkor vajon azzal a lelke is megsokszorozódik a regeneráció során? Esetleg a hidrának nincs lelke és a regeneráció során új lelkek születnek a semmiből? (Maupertius, 2012, pp. 36)

A hidra megmozgatta Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707–1788) fantáziáját is, aki bizonyos értelemben egyetértett Réaurnal, de úgy gondolta, a részecskéket egy belső rend a *moule interieur* formálja élőlényekké (Buffon 1830 pp. 344). Ezt a misztikus rendet fordította később Erasmus Darwin (1731–1802) az angol *penetrating power* (átható erő) szóra, amit német természettudósok Buffon kihagyásával az angol *power* szóból *Kraft*-ként kezdtek emlegetni. A német embriológus Caspar

---

2018-ban összeilleszteni a szalamandra teljes genomját (Lásd Nowoshilow et al. 2018).

<sup>4</sup> A biológusokat a ma napig érdekli a hidra, mivel ezek az állatok nem öregszenek és úgy tűnik, hogy halhatatlanok. Természetes úton képtelenek elpusztulni, mert folyamatosan újraprogramozzák sejtjeiket és előlről kezdik életciklusukat (Lásd Bode 2003).

Friedrich Wolff (1733–1794) ezt felhasználva alkotta meg az esszenciális erő (*vis essentialis*) fogalmát, ami átjárja a vegetatív testet és hatással van az élet szerveződésének egészére a fejlődéstörténet (*Entwicklungsgeschichte*<sup>5</sup>) folyamán (Wolff 1759). Szintén feltételezte, hogy az átörökölt entitás változatos formában jelenik meg, amelyre elsősorban a környezet és a táplálás van nagy hatással. Elméletének bizonyításához az 1750-es években több ezer különböző földrészről és országból származó ember koponyáját mérte le és hasonlította össze<sup>6</sup>. Méréseire alapozva rasszokra<sup>7</sup> osztotta az embereket azt állítva, hogy a táplálék, a környezet és hőmérséklet az, ami meghatározza a különböző rasszok közötti fizikai eltéréseket és átmeneteket. Elmélete szerint a természetes „ádami” kiindulópontnak tartott kaukázusi rassz a nem megfelelő táplálék

---

<sup>5</sup> Ez a folyamat volt Mendel 1866-ban publikált borsó kísérleteket leíró munkájának fő témája is. Hiszen a Wolff féle *Entwicklung* számos kombinációban többször jelenik meg a kéziratában, míg az *evolutio* csak háromszor, a hibridizáció egyszer az öröklődés (*Vererbung*) pedig egyszer sem. A különböző angol fordítások nem tudtak mit kezdeni a *Entwicklung* szóval és „developmental series” vagy még pontatlanabban „develpoment”-nek (magyarul: fejlemények) fordították. Például Bateson a következőként fordította le Mendel munkájának motivációjára vonatkozó sorát „The object was to follow up developments of the hybrids in their progeny” (cf Bateson 1902). Ez a téves fordítás beárnyékolta Mendel munkájának későbbi értelmezését és céljainak pontos meghatározását, ami egy közel száz éven át tartó vitához vezetett.

<sup>6</sup> Wolff és Blumenbach monogenisták voltak, azaz az emberi rasszok származását egy közös ősrre vezették vissza, de ez nem feltételezett rendűséget az egyes rasszok között. A 20. század elején ezen rassz fogalmakat sajátította ki a politika az eugenika szélsőséges ideológiájában, amely különös kegyetlenségekhez és embertelenségekhez vezetett pl. kötelező sterilizáció az USA-ban, vagy a nemzetszocialista Németország rémtettei.

<sup>7</sup> Az emberi rassz a XXI. századi biológiai és populációgenetikai szempontból értelmezhetetlen fogalom.

hatására degenerálódhat. Erre példaként az etiópiaiak sötét bőrszínét hozta fel, amely a környezet hatására jött létre és természetes környezetükből eltávolítva kevésbé napsütötte országokban a nemzedékek során – szerinte – utódaikban újra kialakul a hipotetikus kaukázusi alap rassz.

Míg Wolff nem nevezte meg a *vis essentialis*-t reprodukciós erőként, addig utódja a göttingeni Johann Friedrich Blumenbach (1752–1840) a formáló erőt (*nisus formativus* vagy *Bildungsrieb*) tette felelőssé a biológiai nemzés, táplálás és szaporodás alakításáért, de azt is hangoztatta, hogy ez az erő jelen van az egyed szerveződési szintjén is, ahol ön- és kultúra fejlesztő szerepet is ellát (Blumenbach 1781). Blumenbach egyik kortársa, Samuel Hahnemann (1755–1843) például azt tanulmányozta, hogy a *Kraft* generatív, reprodukív és kreatív erőit, hogyan befolyásolják a környezeti tényezők és a negatív hatásokra hogyan alakulnak ki a betegségek. Ezen változások kialakításáért Hahnemann a generáló erőt (*Erzeugungskraft*) és az életerőt (*Lebenskraft*) tette felelőssé<sup>8</sup> (Hahnemann 1810).

A XVIII. század tudósai számra az öröklődés nemcsak a tulajdonságok szülőkről utódokra történő átadását foglalta magába, hanem jelentet szocio-kulturális kapcsolatot is. Blumenbach serényen munkálkodott elmélete továbbfejlesztésén, amit először a *De nisu formativo et generationis negotio nuperae observationes* (1787) c. munkájában, majd a második kiadásban, a *Handbuch der Naturgeschichte* 3. (1788) c. könyvében tett közzé. Utóbbiban azt írja, hogy a *Bildungsrieb* „az egyetlen felelhető erő, amely tagadhatatlanul átjárja a természet egészét és jelenléte tapasztalati megfigyelésekkel igazolható”. Blumenbach erői viszont továbbra is szorosan kapcsolódtak az epigenézishez, amelyet az ovista-spermista vitában próbált érvényesíteni.

---

<sup>8</sup> *Nota bene!* Hehenemann életerő-elmélete és 1810-es *Organon, a racionális orvoslás* c. munkája alapította meg a homeópátia áltudományát. Műve oly nagy sikerű volt, hogy a mapi napig milliók hisznek a minden tudományos alapot mellőző állításaiban.

Blumenbach kezdetben azon az állásponton volt, hogy a fejlődő embrió esszenciális elemei már eleve elrendelten megtalálhatók például a tojásban. Később Wolff-hoz hasonlóan úgy gondolta, hogy a *Bildungsrieb* tényleges magyarázatot ad a változásokra és élesen különbözik a többi hasonló *Kraft*-tól. Ezt pedig elmélete átfogó architekturális jellegére alapozta, amely részletesen irányította, szervezte és alakította az élettani folyamatok működését a különböző szervezetekben, kialakítva a fejlődés végtermékét – a fajokat.

#### 4. A genetikai erő

Blumenbach elmélete kiválóan illeszkedett a tudomány és orvoslás dinamikusan fejlődő gondolatai közé és megtestesítette az élettani alapon működő önazonosságot (a fiziológiai alapú funkcionális identitást), amit a filozófusok és a társadalmi folyamatokkal foglalkozó elméleti szakemberek aspirációnak neveztek. A *Bildungsrieb* tehát gyorsan utat talált a német természetfilozófiában (*Naturphilosophie*), és a filozófiai gondolkodás központi témájává vált. A *Naturphilosophie* a természet egységét és összekapcsolódásának lehetőségeit vizsgálta. Ebben a felfogásban a természet objektív összessége és az intelligencia, mint minden öntudatosságot megalkotó tevékenység rendszere egyenrangú valóság volt. Tehát, a természetfilozófia és a transzcendentális idealizmus ebben a felfogásban két egymást kiegészítő elmélet. A felvilágosodás eszméjét és a *Sapere aude*<sup>9</sup> elvét hirdető königsbergi<sup>10</sup> német

---

<sup>9</sup> Az eredeti kifejezés Quintus Horatius Flaccus (i.e. 65–27) római költőtől származik. Később Kant használta a kifejezést híres *Mi a Felvilágosodás* (1784) c. könyvében. A könyv megjelenését követően a Felvilágosodás jelmondatává vált, amelyet „*Merj tudni!*” vagy kissé lazább fordításban „*Merj bölcs lenni!*” vagy kibővített jelentéssel „*Merj gondolkodni magadért!*” formában szokás értelmezni.

<sup>10</sup> Königsberg, Poroszország fővárosa a II. Világháború lezárását követően a Szovjet Unióhoz kerül. Ma Oroszország kalinyingrádi exklávéjához tartozik.

filozófus Immanuel Kant (1724–1804) is a Blumenbach-féle *Bildungsrieb*-ra támaszkodott filozófiai elméletei kidolgozása során. Kant 1790-ben levelet is írt Blumenbachnak, amelyben méltatta a formáló erő koncepcióját, annak ellenére, hogy Kant inkább heurisztikus alapon magyarázta a fejlődést, míg Blumenbach kizárólag természeti eredetű erőben gondolkozott.

A környezet élőlényekre gyakorolt hatása és a hatások továbbadása a generáció folyamatán keresztül blumenbach-i hatásra megjelentek Johann Gottfried von Herder (1744–1803) filozófiájában is. Herder elképzelései ellentétesek voltak a külső tényezőktől mentes ideológiákkal, mint például az epigenézis teológiai preadaptációja, amely azt az irányelvet követte, hogy az élőlények és a környezetük az eleve elrendeltség alapján egyezőnek teremtettek. Ez volt a Herder-féle genetikai erő (*genetische Kraft*), amely szintén az öröklődéshez kapcsolódó elmélet, de nem teljesen ellentétes a környezeti determinizmussal és csak csekély mértékben módosítja azt. Herder azt feltételezte, hogy az embriókat szintén a *Kraft* egy típusa formálja meg, majd táplálja is azt egyben egészen addig, amíg a kor felül nem emelkedik a folyamaton és az élőlény el nem pusztul. Mivel Herder elméletét, minden élőlényre egyaránt érvényesnek tartotta ezért alkalmazta a „genetikai” kifejezést, amely a görög *genetikos* (γενετικός) keletkezés, formálódás szóból származik és ebben az esetben a kapcsoltságot jeleníti meg. A genetikai erő az élőlények permanens átörökölt tulajdonságainak összességét jelenti, mielőtt azt külső környezeti tényezők módosítanák. Mielőtt a tulajdonságok megváltoznának, magának a genetikai erőnek is változnia kell, így Herder a *Kraft*-ot teszi az embriológiai, fiziológiai és genetikai funkciók alapegységévé. Herder 1767-ben arról ír, hogy a nemzésnek, a generációnak a klímánál fontosabb szerepe van az emberi szépség kialakításában, majd 1781-ben továbbmegy és azt állítja, hogy a születendő gyermekek elméje több egy tiszta lapnál, mert bizonyos pszichológiai tulajdonságok átadódhatnak az utódgenerációkban (Nisbet 1970, pp. 227).

Előremutató gondolatok ezek az öröklődéssel kapcsolatban és az öröklődéshez kapcsolódóan elsőként jelenik meg benne a „genetikai” melléknévi fogalom. Viszont Herder elméletével a legnagyobb probléma az, hogy amolyan lamarcki módon feltételezi a szerzett tulajdonságok öröklődését.

Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829) azt állította, hogy a zsiráfok nyaka azért nyúlt meg mert fokozatosan magasabbra kellett nyújtóznuk a lomblevelek elfogyasztásához. Az így kialakult szerzett tulajdonságok pedig az utódgenerációkban tovább öröklődtek (Lamarck 1809). Lamarckot a származástan megalapítójának tartjuk és emiatt gyakran a „francia Darwinként” is emlegetik, habár a szerzett tulajdonságok öröklődése komoly zsákutcának tekinthető, ha a biológiai öröklődés folyamatának elméleti alapjait tekintjük. Ehhez az irányhoz kötődött tökéletes alapként a Herder féle genetikai erő.

### ***5. Theoria cum praxi***

Az öröklődéssel kapcsolatos hiedelmek, gondolatok, fogalmak, gyakorlatok és módszerek évszázados jelenléte a korai modernitástól kezdve olyan területekhez kapcsolódott, mint az orvostudomány, a mezőgazdaság (kertészet, állattenyésztés stb.), vagy éppen a jog. Függetlenül attól, hogy a nemesekre vagy az átlagemberekre vonatkoztak, ezekben a közös, hogy Európa etnocentrikus történelmi és identitást erősítő szemléletét segítették. Ebben a térben egy széleskörű és erősen heterogén eloszlással rendelkező tudományos rendszernek, mint az örökléstan, nagyon nehéz volt egy halmazzá összeállnia.

Mire gondolok itt pontosan? Az édesvízi hidra és a szalamandra regeneratív képességei mellett az állattenyésztés és az orvoslás volt az a terület, ami további megmagyarázhatatlan példákkal szolgált az öröklődéssel kapcsolatban.

Az orvoslás területén a XIX. század elejére Európa a leszármazás, genealógia megszállottjává vált. Az 1820-as évekre az európai és nem európai egyének (rasszok) házasságából származó fiúkat és lányokat a tudósok általában hibrideknek



nevezték és olyan lényként tekintettek rájuk, amelyek fenyegetik a fehér és nem fehér emberiség közötti határvonalat (De Renzi 2008, pp 62). Az illegitimitással kapcsolatos jól megalapozott keresztény erkölcsi diskurzusból kiindulva többnyire a szegény előjelének tekintették őket, akik megkérdőjelezték a különböző kultúrák iránti hűséget és fenyegetést jelentettek az uralkodó rend számára. Erre alapozva a XIX. századi francia orvosok különleges tanácsokat is adtak a nemesi családok számára, hogy például elkerüljék a nemzedékeken átívelő betegségek terjedését. Ez volt a francia *hérédité*, amely a latin *haereditari morbi* (örökletes betegség) szóból származott (López-Beltrán 1994). Ennek célja az un. vérfertőzés – német szóval *Blutsverwandschaft* – elkerülése volt, amely gyakran degeneráltsághoz és debilitáshoz vezethetett.

Míg az uralkodó házak és nemesek ennek elkerülésére törekedtek addig a mezőgazdaság és az állatnemesítés területén munkálkodók más utat választottak. Maupertuis, Réaumur és Buffon is próbálkoztak kutyák, kecskék és más háziállatok keresztezésével azt vizsgálva, hogy emberi beavatkozással, hogyan alakíthatók az életformák. Viszont ezzel kapcsolatban komolyabb összefüggéseket nem fogalmaztak meg. Maupertuis ugyan értette a természetben előforduló variációt, de nem tudott párhuzamot vonni a szelekcióra alapozott tenyésztési gyakorlat és a természetes folyamatok között. Míg a természettudósok zsákutcában toporogtak, addig egy angol juhtenyésztő Robert Bakewell (1725–1795) nagy sikert ért el Dishley birkájával. Saját szavaival élve egy, a „takarmányt pénzé” alakító fajtát hozott létre, hiszen állatai egységnyi takarmány elfogyasztásával nagyobb mennyiségű hús előállítására voltak képesek, mint a más fajtájú fajtásaik ... és a piacon ez pénzben is mérhető volt. Egyesek úgy tartották, hogy Bakewellnek sikerült megszelídíteni a természet erőit és meglovagolnia az örökletes erőket.

A tudományos közösség, pl. köztük a botanikus és állattenyésztéssel is foglalkozó Sir Joseph Banks (1743–1820) kétkedve fogadta Bakewell eredményeit. Bakewell ugyan nem

közölt cikkeke, sőt kimondottan szófukar volt módszereit illetően, de nem titkolta, hogy valójában sikerének titka a folyamatos beltenyésztés (angolul a *breeding in-and-in*) módszere volt. A tenyésztés során apa-lánya és anya-fia keresztezéseket hajtott végre több generáción át, miközben a kívánatos és nemkívánatos formákat körültekintően szétválogatva (szelektálva) a legjobbabból létrehozta a Dishley fajtát. Világhíres tenyészetébe Európa szinte minden országából érkeztek tanulni vágyó tenyésztők, akiket Bakewell fogadott is. Így volt ez a morvaországi Ferdinand Geisslernnel (1751–1824) is, aki Brno (németül: Brünn; magyarul: Berén, Bornó) melletti birtokán juhtenyésztéssel foglalkozott.

Brno 1780 és 1820 között egy virágzó iparvárossá alakult, ami elsősorban a juhtenyésztés meghonosodásnak és a posztógyártásnak volt köszönhető. A posztógyártás hatalmas vagyon beáramlását jelentette Brünnbe a Napóleoni háborúk idején hiszen a katonáknak ruhára volt szükségük, és ennek az anyaga a posztó volt. A gazdaság mellett a városban fejlődésnek indult a kulturális és tudományos élet is méghozzá meglehetősen egyedi módon (Deák 2001).

A XVIII. és XIX. században a Habsburg monarchia területén az oktatási rendszer átalakítása heves vitákat váltott ki. Jellemzően az oktatás (*Lehren*) és kutatás (*Forschung*) intézménye élesen elkülönült egymástól. A kutatás elsősorban az un. privát tudós társaságokban (*Gesellschaft*) zajlott. Ezek a társaságok a helyi nemesek támogatását élvezték és megpróbálták összefogni a kísérletezni vágyó érdeklődőket. Monarchia-szerte alakultak ilyen társaságok és aktív működésüket példázza, hogy Ignaz von Born (1742–1791), vagy a paleobotanika alapítójának tekintett Kaspar Maria von Sternberg (1761–1838) is ilyen tudós társaságban végezte munkáját. Ezek a társaságok egymással szoros kapcsolatban álltak és alapító okirataikban rögzítették a kísérletezés a tudományos megfigyelés, leírás és közlés folyamatát, amelyet a tagoknak be kellett tartaniuk. Később ezen társaságok

intézményesülése során egyetemek vagy más oktatási intézmények alakultak ki.

Ilyen intézmény volt Brnóban a német származású Christian Carl André (1763–1831) által szervezett Mezőgazdasági Társaság (*Ackerbaugesellschaft*) is. Ez a társaság az olyan természettudományos kutatás mellett gyakorlati (ásványtani, meteorológiai, térképészeti, asztrológiai) gyakorlati feladatokat is ellátott. Az állat- és növénynevelés is a gyakorlati diszciplínák közé tartozott, és a tagok részletesen kezdték vizsgálni Ferdinand Geisslern a „moráviai Bakewell” módszereit. Így pl. éveken át egy speciálisan erre a célra létrehozott szervezt, a Juhtenyésztő Társaság (*Schafzüchtervereinigung*) – Festetics Imre szóhasználatában: Juhos Társaság – keretein belül arról vitáztak 1816 és 1819 között, miként javítható a juhállomány. A viták során a nemesítők egyre inkább a generáció (*Zeugung*) mibenlétére kezdtek koncentrálni és a gyakorlatból fakadóan két sarkalatos elméleti kérdést (*theoria cum praxi*) fogalmaztak meg: i) Mi vált ki állandóságot a rasszok belső rendező-lényegében (szubsztanciájában?) és ii) A változásokat a kedvező környezeti tényezők váltják-e ki rögzítve a belső „organikus szubsztanciát”, vagy a tenyészállatok kiválogatásával, a megfelelő szelekcióval ez az organikus felépítés módosítható?

Ezekben a kérdésekben is fellelhető a XIX. században oly fontosnak tekintett rassz fogalma, amely a degenerációval is kapcsolatos.

## 6. A természet genetikai törvényei

A Juhos Társaság 1817-es és 1818-as gyűlése igen eseménydús volt, mivel az osztrák báró J.M. Ehrenfels (1752–1843) felhívta a nemesítők figyelmét, hogy a Monarchia területén aggasztóan csökken a gyapjú minősége, és ezt a romlást ő a tenyészállatok (*Racethiere*) beltenyésztésével magyarázta. Véleménye szerint az ilyesfajta vérfertőzés lerontotta az

állatállományt, amely erőteljesen függött a környezeti tényezőktől. Állítása szerint ezek a környezet hatások az utódokba átöröklődtek. A társaság titkára C.C. André ezeket az észrevételeket a „természet fiziológiai törvényeinek” (*physiologisches Naturgesetz*) nevezte (André 1818). Ezzel szemben a társaság egy másik tagja Festetics Imre, azt állította, hogy a testi adottságokat belső tényezők alakítják ki, amelyek a beltenyésztéssel koncentrálhatók, így állandóbb öröklődés alakítható ki, sőt ezek tulajdonságok az André által bevezetett mesterséges szelekció (*künstliche Zuchtwahl*) folyamatában szabályozhatók (André 1812). Ezeket a megállapításait majdnem két évtizedes juhtenyésztési tapasztalataira alapozta, amelynek során szigorú beltenyésztéses módszert alkalmazott, és létrehozta a Mimus (vagy eredeti formában Mimush) fajtáját (Festetics 1819a,b).

Festetics a beltenyésztés sikeres alkalmazását saját juhai mellett a magyar ló, szarvasmarha, sertés, kecske és baromfi tenyészetekben megfigyelt példákkal is alátámasztotta (Festetics 1819b). Az 1819-es gyűlésen André átengedte a szót Festeticsnek és megkérte, hogy Ehrenfelshez hasonlóan írásban fejtse ki véleményét. Festetics a kérésnek eleget tett és egy hosszú értekezésben „*lefektette annak alapjait, amely pontokban a mélyen tisztelt Ehrenfels báróval nem értet egyet*” megállapításait pedig a „*kéréseknek megfelelően elméleti és gyakorlati tudással is megpróbálja alátámasztani*” (Festetics 1819a). Ezt a szerkesztő André, a privát tudós társaság központi lapjában a Gazdasági Hírek és Közlemények (*Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen*, ONV) három részbe szerkesztve közölte (Festetics 1819a-c). A felszabdalt írás sarkalatos pontjai után pedig a társaság tagjainak érveit és ellenérveit összefoglaló írásokat közölt.

Festetics Imre ezen három részre bontott írásának utolsó lezáró fejezete szól a beltenyésztésről (*Über Inzucht*) és pontosabb fordításban ezeket a lényeges pontokat tartalmazza:

„Azok az észrevételek, melyekre André tanácsos úr a Gazdasági Hírek és Közlemények 4-es számú mellékletében a beltenyésztéssel (*Inzucht*), vagyis a vérfertőzéssel (*Blutsverwandtschaft*) kapcsolatos magyarázataimat érdekesítette, abból a törekvésből fakadnak, mellyel Ő minden fontos kérdést világosan, biztosan szeretne tudni. Szívesen követem én is ezen a nyomon, és ott, ahol talán nem voltam eléggé érthető, vagy nem fejtettem ki elég meggyőzően véleményemet, hozzáfűzöm mindazt, ami szükséges [...]

Ez az 5. szakasz tartalmazza az én véleményem szerint a természet genetikai törvényeit (*Die genetischen Gesetze der Natur*). Ezek azok, melyeket cáfolni kell, különben a rendszer érvényes. A következőket állítom:

- a. Az egészséges és erőteljes alkatú állatok és növények jellegzetes tulajdonságaikat átörökítik (*vererben*).
- b. A nagyszülők azon tulajdonságai, melyek különböznek utódaik tulajdonságaitól, ismét megjelennek a következő nemzedékben.
- c. Azok közé az állatok közé, amelyek több nemzedéken keresztül birtokában voltak a nekik megfelelő tulajdonságoknak, olyan utódok is kerülhetnek, melyeknek eltérő tulajdonságai vannak. Ezek változatok, variánsok, a természet játécai (*Spiel der Natur*), melyek tovább szaporításra alkalmatlanok, ha a cél az adott tulajdonságok átörökítése (*Vererbung*).
- d. Feltétel marad a beltenyésztésnél a törzsállatok (*Stammthiere*) lehető leggondosabb kiválogatása. (A szerkesztő [André] megjegyzése: „Véleményem szerint ez a fő kérdés”) (Festetics 1819c).

A vitát követően Ehrenfels elfogadta Festetics a „magyar Geisslern”<sup>11</sup> érvelését. Festetics genetikai törvényei meghatározásakor az öröklődésre fiziológiai alapok nélkül utalt, de kapcsolatot látott az állatok és növények egészsége és felépítése között. Teljes mértékben tisztában volt azzal, hogy a gyapjú minőségnek öröklődésében különböző tulajdonságok játszanak szerepet, de ezeknek egy egészséges egyedben ötvöződniük kell.

Kiterjedt nemesítési tapasztalatának köszönhetően, kijelenthetjük, hogy törvényei empirikusak voltak. Gyakorlati törvényei (*theoria cum praxi*) és megfigyelései az akkoriban vitatott kérdéshez a vérfertőzéshez és a rasszokhoz kapcsolódtak. A beltenyésztés vajon degenerációhoz vezet (pl. örökletes leromláshoz) vagy éppen ellentétes hatást vált ki? Festetics erre azt a választ adta, hogy az attól függ, hogy milyen óvatossággal választjuk meg a szülőket az adott tulajdonságra nézve. Festetics egyetértett Andréval abban, hogy a szoros beltenyésztés feltétel nélküli alkalmazása organikus gyengeséget (*organische Schwächung*) okoz (Festetics 1819c). Három részes munkája arra a kérdésre keresi a választ, hogy a beltenyésztés megakadályozza-e az általa létrehozott egyedeket abban, hogy egészséges és a természet törvényeivel összhangban integrált funkcióikat és tulajdonságaikat az utódaiknak továbbadják? Vagyis – ahogy Festetics fogalmaz – a beltenyésztés megzavarja-e az egyént „önön szerveződésének megőrzésében” (*Erhaltung seiner selbst*) (Festetics 1819c)?

Ezzel kérdéssel Festetics is közelkerült, ahhoz az állásponthoz, amely azt feltételezte, hogy a beltenyésztés csökkenti vagy éppen meg is akadályozza a tulajdonságok átadásának folyamatát. De Festetics pontosan ellenkezőleg

---

<sup>11</sup> Ezek az elnevezések a szerkesztő CC Andrétól származnak, aki az ONV számaiban Gesslernt a „moráviai Bakewell”, Festeticset pedig az empirikus, a hős katona, vagy a „magyar Geisslern” néven szólít.

érvelt, mert kiemelte kiemelte, hogy a „robosztus felépítésű”<sup>12</sup> állatok tulajdonságait részben az un. veleszületett komponensek (*theils angeboren*) és részben a nevelés (*durch Erziehung*) határozzák meg. Megjegyezte, hogy „*ugyan természettudományos tudásom csak hiányos olvasmányokon alapul, de ezekre alapozva alakítottam ki saját rendszeremet [...]*” (Festetics 1819a).

Vizsgáljuk meg pontosan Festetics Imre magyarázatát (Festetics 1819a-c), amely a beltenyésztésről szólt. Ennek a témája a *Vererbung*, amit magyarra az (át)öröklés míg angolul legtöbbször az *inheritance* szóval fordítanak, de helyesebb lenne a magyar „örökölni hagyni” alkalmazása. Festetics cikkeiben többször is használja a *Vererbung* szót, míg a *genetische* szó csak egyszer jelenik meg. A német *Vererbung*, jelentése különbözik az angol örökléstől (*inheritance*), amennyiben a német szó az adományozóra, az angol viszont a kedvezményezettre vonatkozik.

Mit is értek ez alatt?

A XVIII. század közepén a *Vererbung* a német tulajdonjog igen komplikált fogalma volt. Az ingatlan örököseinek egy naptári éve volt arra, hogy az örökséget véglegesen elfogadják vagy elutasítsák - ez különösen akkor volt releváns, ha az örökség jelentős tartozásokat tartalmazott. Probléma akkor keletkezett, ha a leendő örökös éppen a naptári időszakban meghalt. Ilyen esetekben a véletlenül örökölt vagyont az elhalálozott örökös jogilag meghatározott örököseinek adták át. Kifejezetten ezt az eljárást nevezték *Vererbung*nak. Ez a jogi kifejezés tehát kizárólag azokra a helyzetekre korlátozódott, amikor az egyik személy egy másik személytől örökölt valamit, amelyet az öröklés útján kapott.

Festetics Imre ezt a *Vererbung* szót használta biológiai értelemben az öröklődés folyamatára. Tehát, Festetics

---

<sup>12</sup> Ennek pontos kifejezésére az angol vagy francia *Constitution* szót használta (cf Festetics 1819c).

értelmezésében a tulajdonságok átadásának és diszpozíciójának folyamata az organikus reprodukcióban egy elsősorban belső tényezők által meghatározott folyamat, amelyre a külső környezet ugyan hatással van, de a veleszületett komponensek (*theils angeboren*) a környezettől függetlenül adódnak át az utódgenerációkban. Ennek a folyamatnak a neve az öröklődés (öröklés = *Vererbung*), amelynek mibenléte a természet genetikai törvényei által leírt empirikus törvényszerűségekkel magyarázható. Tehát, Festeticsnél a „genetikai” (melléknév) csak egy folyamat, nem pedig maga a „genetika” (főnév), mint tudományág. Az viszont kétségtelen, hogy Festetics „genetikai törvényei” csak névben egyeznek a Herder-féle „genetikai erővel”. Azzal éppen szögesen ellentétesek, mivel az utóbbi a szerzett tulajdonságok továbbadását feltételezi. Nem véletlen tehát, ha Festetics Imre elsősorban a *Vererbung*-ot és folyamatát hangsúlyozta, megkülönböztetve azt a genetikai erőttől. Festetics tisztában van az öröklődéssel kapcsolatos elképzelésekkel, hiszen a Bukarest melletti sebesülését követően olvasással tölti idejét a keszthelyi Festetics könyvtárban, amely közel 80.000 kötetből áll. Ebben a könyvtárban egytől-egyig megtalálhatóak az korábbi fejezetekben részletezett írások: Arisztotelész, Buffon, Herder, Kant Hahnemann, Maupertuis, Réamúr, Bonnet és Perrault könyvei is. A felsorolásból Hippokratész hiányzik, illetve az esszenciális erő (*vis essentialis*) és fejlődés (*Entwicklung*) fogalmát leíró Wolff munkája eredetiben nem, csak az André szerkesztésében megjelent enciklopédiás kötetben található meg. Festetics cikkeiben továbbá utal Bakewell és Buffon munkáira és teljes mértékben tisztában van a Blumenbach-féle rasszokat alakító *Bildungsrieb* folyamatával. Elméletét és megfigyeléseit ehhez igazodóan próbálja értelmezni, ezért utal az egyes állatokra a rassz (*Race* vagy *Rasse*) szóval és ilyen értelemben merül fel a környezet élőlényekre gyakorolt hatása is. Viszont Festetics nem csak az állatokra, hanem a növényekre is egyértelműen érvényesnek tartja elképzeléseit, mint írja:



A növények esetében a rassz kialakítása egy repkedő rovar, egy kis szellő segítségével is lehetséges női virágok megtermékenyítése által, és mindez olyanformán van a termőhelynek alárendelve, hogy előnyben részesülnek bizonyos változatok, ennek alakítását határozza meg a legjobb kertészt, mivel [ezen folyamatokat] elősegíthetik vagy akadályozhatják (Festetics 1819c).

Az öröklődés folyamata pedig az emberre, nemesre és közemberre egyaránt érvényesnek találta. Az elgondolásainak illusztrálására izolált magyar falvak populációinak példáját említette, ahol „*a háború által elnéptelenedett falvakban jellegzetes eltérő arcformájú, felépítésű és viselkedésű törzseket (Stamm), fajtákat és rasszokat találunk* (Festetics 1819a).” Festetics észrevételei rámutattak a változékonyság, az adaptáció és a fejlődés közötti fontos összefüggésekre is (Szabó és Pozsik 1989). Megjegyezte továbbá a kiválasztás (kiválogatás, szelekció) következményeit és szerepét az öröklődésben. Úgy vélte, hogy a változatosság és az öröklődés törvényei összefüggésben állnak egymással a különböző állatok, valamint az emberek populációit szabályozó természetes folyamatokban. A társaság titkára Christian Carl André, Festetics Imre munkájának tudományos összefüggéseit a következőképpen magyarázta:

„Úgy tűnik számomra, hogy a természet törvénye az, hogy a homogén felépítés a heterogénnel szemben közös hozzájárulással új formákat hoz létre. Ellenkező esetben, miben áll az egyes nemek közötti különbség? A két eltérő nem tehát egymásnak nem heterogén ellentéte? [...] Milyen heterogenitást és homogenitást mutat a gyapjú természetének jellege? A vér megújításának van-e saját értelme és alapja? Vagy ez mind csak fantázia? Hasonló analógia a természet ezen törvényeire a növényvilágban is megfigyelhető! Egyazon törzsből származó magok végül degenerálódnak vagy a növekedésnek és táplálásnak van nagyobb szerepe?” (André 1819)

Ezen kérdések részletes vizsgálatára a Mezőgazdasági Társaság felkéri a juhnesesítőket, hogy a keresztezésből származó gyapjúsálakat un. gyapjú minta kártyákon gyűjtsék össze (Orel 1997). Christian Carl André idősebb fia Rudolf pedig ehhez kapcsolódóan kidolgozott egy gyapjú minősítési módszert, amely segítségével egy öt fokozatú skálán mérhetővé teszi a szálak vastagságát és a fokozatoknak megfelelően értékeli annak összesített minőségét. Ehhez egy speciális mikrométert is tervezett, amely segítségével az utódgenerációkban jelentkező változásokat pontosan osztályozni lehet. Ezzel kapcsolatban Festetics Imre a következőket mondja:

„A lényeg itt annak meghatározása, hogy milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie a tökéletes gyapjúnak. Vannak-e ezen jellemzők között elkülöníthető gradienssek? Hogyan lehet elkülöníteni ezen tulajdonságokat, önmagában matematikai méréseik alapján tudományos terminológia használatával? Végül, ami a legfontosabb: ezek a tulajdonságok legkiválóbb formában önállóan vagy kombinációban fordulnak elő? Vannak-e és ha igen melyek azok a tulajdonságok, amelyek egymást kizárják?” (Festetics 1820a)

Majd egy következő cikkében tovább megy *„mértékűlő lesz a nemesítés tudományában 1819, amikor megalapítottuk a gyapjú finomságának matematikai alapú meghatározását”*, majd hozzáteszi *„elgondolásom szerint azonban néhány további tulajdonságot is matematikailag kellene rendezni* (Festetics 1820b)”.

Ezt követően egészen 1839-ig a juhtenyésztők évről évre begyűjtik a minta kártyákat és gondos feljegyzéseket készítenek keresztezéseikről. Ezek matematikai értékelésére a társaság akkori vezető alakja Johann Karl Nestler (1783–1842) hívja fel a figyelmet (Nestler 1829, 1837, 1838). A gyapjúsálak tulajdonságainak (pl. rugalmasság, simaság) értékelése viszont nem mutatott semmilyen pontosabb összefüggést.

Ezekben értékelésekben és a társaság munkájában 1822-től Festetics Imre egészen 1847-es haláláig nem vett részt.

### Összefoglaló:

Poczai P., 2020, *Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai* GENETIKA-200.2, *In memoriam Festetics Imre (1764-1847). Nemzetközi Diák-Tudományos Vetélkedő (2019-2020) & Webinárium (2020.03.12.)* \* BioTár Electronic. Balatonfüred – Kőszeg – Pécs – Zalaegerszeg, Pg. 190-222.

Poczai P., 2020, The basic principles and philosophical concepts of biological heredity. In: *Genetics-200.2. In memoriam Festetics Imre (1764-1847). International Student Science Competition (2019-2020) and Webinar (12.03.2020)*. BioTár Electronic. Balatonfüred – Kőszeg – Pécs – Zalaegerszeg, Pg. 190-222.

Brnóban a XIX. század elején fontos megállapítás hangzott el, amely tudományos alapokra helyezte és egyesítette az emberi tudás különböző területein jelenlévő öröklődéshez kapcsolódó hiedelmeket, filozófia fogalmakat, orvosi megfigyeléseket és elképzeléseket. Festetics Imre és a brnói állatnemesítők felismerték, hogy a nemzedékekben váratlanul megjelenő variációk tartósak lehetnek és az utódgenerációkban tovább adódnak. Az ilyen variációk szelekciójával pedig, az egyes „rasszokban” ezen tulajdonságok megszilárdíthatók. Tehát, a tulajdonságok átadása emberi beavatkozással módosítható, és ebben a nemesítőnek a természet érőihez hasonló szerepe van. A kialakított új tulajdonságok átörökítése során pedig a megfelelő módszer alkalmazásával elkerülhető a természetes leromlás és „rasszi debilitációt”. Ezzel kapcsolatban idézzük fel Festetics véleményét:

„A természet – mint legerősebb erő – határain túlmutató elképzelésekre alapuló kísérletek (mint Bakewell, Buffon és Sebright azon törekvései, amelyek túlmutattak a

természet törvényszerűségein vagy annak ellenében erőszakkal cselekedni kívántak) kevésbé érdekesek az elismerésre, mert mint tudjuk a természetes folyamatok ellen való törekvéseket a természet mindig megtorolja. Ezért az a meggyőződésem – a Mezőgazdasági Társaság alapítóival és a mélyen tisztelt Thaer tanácsaival egyetemben, hogy a legközelebbi vérvonalon belüli fogantatás nem káros, éppen ellenkezőleg, azt alkalmazni kell, ha a cél a folyamatosan szaporodó egyedek körében korábban elért tulajdonságok állandóvá tétele az állományban” (Festetics 1822).

Az öröklődés biológiai jelenségének, *de facto* megfigyeléseire alapozva tehát Festetics Imre gyakorlati „genetikai” törvényeket alkotott meg. Ezt kortársai elfogadták és a tulajdonságok átadásának folyamatára az öröklődés (*Vererbung*) szóval hivatkoztak közleményeikben, míg annak vizsgálatát az öröklődés kérdése (*Vererbungsfrage*) néven illették. Magyar nyelven a tulajdonságok átadásának és diszpozíciójának ismeretére – valószínűleg Festetics Imre hatására – az öröklés/öröklődés szó terjedt el, amely az ótörök „ürük” szóból származik (Zaicz 2006). Ennek a szónak a melléknévi jelentése „állandó, hosszan tartó”, amely biológiai értelemben egyszerre fejez ki időtlenséget és kapcsolódást. A magyar szaknyelvben pedig az a XIX. század közepére erre alapozva megszilárdul az „öröklés tana” kifejezés:

„A szülők azon tulajdonai, melyek a nemzés által az utódokra szállnak, nemzetségi vagy átörököltető tulajdonoknak neveztetnek. Ezen tulajdonok igen számosak, minden átszáll az utódra: testi és szellemi tökély és hiány, jó és rossz. [...] Minden tapasztalati tudomány néhány egymástól független tapasztalati tétel felállításával kezdődik; utóbbi fejlődés alatt ezek nagyobb

csoportba általános nézőpontok alá sorozhatnak. Így van ez az öröklés tanával. Minden eddig felállított tételek összesen három tétel – vagy törvénybe összefoglalhatók: t.i.

- 1) A szülő befolyása hat több nemzedékre. Ebből mind az következik, mi a származás, állandóság visszaszökéséről mondatott.
- 2) Mindkét nem egyenlő örökségi képességgel bír, de az anya befolyása bizonyos határok között nagyobb, mint az apáé.
- 3) Van egyéni öröklési képesség, mely részint az életművezet teljerejének eredménye, részint egyébtől egészen független s egyedül tapasztalás által fölismerhető.

E három tételben minden ki van merítve, mi az öröklésről mondható” (Haubner 1857).

Haubner leírásában egyértelműen tetten érhető az öröklődés leírásának jogi megközelítése és tételei Festeticsre vezethetők vissza, bár írásában egyetlen egy hivatkozás sem szerepel. Az örökléstan vagy a *Vererbungsfrage* elsősorban a Habsburg birodalom területén terjedt, ott is jellemzően Magyar- és Morvaország területén. Német nyelvterületen együtt volt jelen a már említett fejlődés (*Entwicklung*) fogalommal, amely gyakran szinonimaként értelmezhető, mint például Mendel (1866) munkájában<sup>13</sup>. Míg, angol nyelvterületen csak később az 1860-as években terjedt el az öröklődés (*Vererbung*) használata a már említett *hérédité* francia szó angolosításával, így született meg a *heredity* (López-Beltrán 1994).

---

<sup>13</sup> Ez hasonlatos az angol *heredity* és *genetics* együttes létezéséhez.

A „genetikai” kifejezés melléknévként ugyan megjelenik Festetics munkájában, de főnévként nem terjedt el a szaknyelvben. Én azt valószínűsítem, hogy azért, mert a „genetikai törvények” névükben egyeznek a Herder féle „genetikai erővel” bár attól tartalmukat tekintve lényegesen különböznek. Valószínű, hogy Festetics is a német természetfilozófusoktól kölcsönözte a szót és látta el új tartalommal, amit csak egyetlen egyszer használ, akkor is melléknévi formában, míg a *Vererben* (öröklés)/*Vererbung* (öröklődés) szisztematikusan fellelhető írásaiban. Ez amolyan Darwini megoldás, aki szintén tudatosan próbálta mellőzni a preformáció által alkalmazott *evolutio* szó használatát és helyette más szó bevezetésével próbálkozott. Mint tudjuk sikertelenül, hiszen az evolúció preformista tartalma mára teljesen eltűnt és helyét átvette a darwini tartalom. Ugyanez mondható el a genetika szó használatával kapcsolatban is, ami főnévi alakjában csak jóval később 1905-ben<sup>14</sup> terjed el az angol szaknyelvben William Bateson hatására. Aki valószínűleg a német *genetische* szóból emeli be főnévesítéssel az angol nyelvbe a *genetics* szót szinte teljesen analóg módon a korábbi *hérédité* francia szó *heredity*-vé alakításához.

Fontos megjegyezni, hogy a Festetics féle örökléstan, vagyis genetika *sensu lato*, még nem egyezik teljesen a mai modern értelemben vett genetika tudományával (genetika *sensu stricto*), de a kettő között egyértelmű kapcsolat áll fenn. Az

---

<sup>14</sup> Egy 1905. januárjából származó brnoi emlékkönyv röviden beszámol William Bateson és felesége Beatrice látogatásáról 1904. december 11 és 29 között, mely során Mendellel és munkájával kapcsolatos iratokat kerestek (Cock and Forsdyke 2008, pp 560). Brnói látogatását követően Bateson 1905. április 18-án keltezett levelében veti fel a „genetika” megnevezést az öröklődés tudomány a számára.

„öröklődés tanának” vizsgálatai és megfigyelései az öröklődés törvényszerűségeivel foglalkoznak, tárgyuk rendszerint az egyed. Fő figyelme a gyakorlati alkalmazás elősegítése nem pedig az öröklődés alapvető mechanizmusainak szisztematikus vizsgálata. Lényeges különbség, hogy a törvényszerűségek meghatározása nem az öröklődés alapegységein alapszik. Éppen ellenkezőleg. Az örökléstan még nem ismeri a gén vagy Mendeli értelemben vett faktorok létezését, de törvényszerűségeiből a Herderi genetikai erővel vagy más formáló erővel ellentétben egyértelműen következik azok későbbi felfedezésének lehetősége. A brnoi tudományos társaság tagjai, Festetics nélkül, majdnem harminc éven át eredménytelenül próbálkoznak a gyapjú minőség kvalitatív tulajdonságainak matematikai értelmezésével. Végül az állatnemesítést vezető Nestler halálát követően a társaság körében a Franz Deibl vezette növénynemesítésre helyeződik a hangsúly és a juh modell lecserélődik az alkalmasabb borsó növényre. A gyakorlati alkalmazásról pedig az általános törvényszerűségek megismerésére terelődik a hangsúly a Természettudományi Szekció megalapításával.

A brnoi tudományos társaság örökléstani vizsgálatai, így Festetics Imre és Johann Gregor Mendel között tehát tudománytörténeti kontinuitás áll fenn.

Véleményem szerint a Festetics féle örökléstan tekinthető a modern értelemben vett genetika legrégebbi részének.

## **7. Felhasznált irodalom**

André CC (1812) Anerbieten, Gutbesitzern auf dem kürzesten und sichersten Wege zur höchsten Veredlung ihrer Schafherden behülflich zu seyn. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 24:181–183  
André CC (1818) Terminologie für Woll-industrie. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 302-343.

- André CC (1819) Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics. (Beschluß von Beil. Nr. 3.)  
Anmerkungen des Herausgebers. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 4:26-27.
- Aristotle (1942) *Generation of Animals*. Translated by AL Peck, Cambridge, Harvard University Press
- Bateson W (1902) *Mendel's principles of heredity: a defence*. Cambridge University Press, UK
- Blumenbach JF (1781) Über den Bildungstrieb und das Zeugungsgeschäft. Göttingen.
- Blumenbach JF (1787) *De nisu formativo et generationis negotio nuperae observations*. Göttingae: apud JC Dietrich
- Blumenbach JF (1788) *Handbuch der Naturgeschichte* 3. Aufl. Göttingen
- Bode HS (2003) Head regeneration in Hydra. *Developmental Dynamics* 226: 225–236.
- Buffon G-LL de (1830) *Oeuvres complètes de Buffon, suivies de ses continuateurs Daubenton, Lacépède, Cuvier, Dumeril, Poiret, Lesson et Geoffroy-St-Hilaire*. A Bruxelles
- Cock AG, Forsdyke DR (2008) *Treasure your exceptions. The science and life of William Bateson*. New York, Springer
- De Renzi S (2008) Resemblance, paternity, and imagination in early modern courts. In: Müller-Wille, Rheinberger H-J (ed) *Heredity produced. At the crossroads of biology, politics, and culture 1500–1870*.
- Deák E (2001) A tudományos élet és magyarországi kapcsolat Cseh-Morvaországban a felvilágosodás korában. *Aetas* 3-4:29-45.
- Festetics E (1819b) Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics. (Verglichen Nr. 38, 39 u. 55. 1818.). *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen* 2:9–12
- Festetics E. (1819a) Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen* 3:18–20
- Festetics E. (1820a) Äußerung des Herrn Grafen Festetics. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen* 15(20):115–119.
- Festetics E. (1820b) Bericht des Herrn Emmerich Festetics als Repräsentanten des Schafzüchter-Vereins im Eisenburger Comitae. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen* 4(19):25–27



- Festetics E. (1822) Über einen Aufsatz des Hrn. I. R. in 3ten Hefte des Jahrganges 1821, 45. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 92:729–731.
- Festetics, E. (1819c) Weitere Erklärungen des Herrn Grafen Emmerich von Festetics über Inzucht. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen 22:169–170.
- Galen (1992) On semen. Edited and translated by Philip H. De Lacy. Berlin, Akademie Verlag, Germany
- Hahnemann S (1810) Organon der rationellen Heilkunde. WF Wakeman, Germany
- Haubner P (1857) Az állattenyésztésben a szülők befolyása az ivadékra. Gazdasági Lapok 9:461–462, 509-510
- Kuska B (1998) Beer, Bethesda, and Biology: how „genomics” came into being. Journal of the National Cancer Institute 90:93
- Lamarck J-BPA de M C de la (1809) Philosophie zoologique ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux. Musée d'Histoire Naturelle (Jardin des Plantes), France
- López-Beltrán C (1994) Forging heredity: from metaphor to cause, a reification story. Studies in History and Philosophy of Science Part A 25:211–235
- Maupertuis PLM De (2012) Venus Physique. Nabu Press, Paris, France
- Nestler J.K. (1829) Über den Einfluß der Zeugung auf die Eigenschaften der Nachkommen', Mittheilungen der k.k. Mährisch-Schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, Briinn, 47: 369-372; 48: 377-380; 50: 394-398; 51: 401-404.
- Nestler J.K. (1837) Ueber Vererbung in der Schafzucht', Mittheilungen der k.k. Mährisch-Schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, Briinn, 34: 265-269; 35: 273-279; 36: 281-286; 37: 289-300; 38: 300-303; 40: 318-320.
- Nestler J.K. (1838) Bastarde des Muflons-Widders und Merinoschafes', Mittheilungen der k.k. Mährisch-Schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, Briinn, 2: 29-37
- Nisbet HB (1970) Herder and the philosophy and history of science. Modern Humanities Research Association
- Nowoshilow S, Schloissnig S, Fei J-F, Dahl A, Pang AWC et al. (2018) The axolotl genome and the evolution of key tissue formation regulators. *Nature* 554:50–55.

- Orel V (1997) The spectre of inbreeding in the early investigation of heredity. *History and Philosophy of the Life Sciences* 19:315–330
- Poczai P (2019) A Festetics-rejtély. A genetika története és Festetics Imre hagyatéka. iASK, Yeloprint, Szombathely
- Réamur, R-A. de F. 1712. *Histoire de l'Académie royale des sciences*. Paris, France
- Rédei PG (2008) *Encyclopedia of genetics, genomics, proteomics, and informatics*. New York, Springer, USA
- Szabó TA, Pozsik L (1989) A magyar genetika első tudományos emléke. I. Festetics Imre (1819) a beltenyésztésről (A természet genetikai törvényei). *Tudomány* 12:45-47.
- Zaicz G (2006) *Etimológiai szótár. Magyar szavak és toldalékok eredete*. Tinta Könyvkiadó.
- Wolff CF (1759) *Theoria generationis*. Halle

## A QR (Quick Response, Gyors Válasz) kód

az asztali gépekhez és laptopokhoz tervezett könyvoldalt köti össze annak a mobil eszközökre optimalizált változatával. Ezt az ábrát a mobiltelefonjával lefényképezve és dekódolva egy olyan URL címet kap, amely a MEK mobil felületén ([m.mek.oszk.hu](http://m.mek.oszk.hu)) a könyv oldalára mutat. A dekódoláshoz szükség van egy QR-kódokat értelmező programra (ilyen a legtöbb operációs rendszerhez ingyenesen letölthető), az URL cím megtekintéséhez pedig egy böngészőre és működő internet kapcsolatra a mobil eszközön.

*The following code connects the book's webpage designed for desktop and laptop computers with its mobile version. If you take a photo of the figure below with your mobile phone and decode it, you will get an URL address pointing to the corresponding page on the mobile-optimized MEK interface ([m.mek.oszk.hu](http://m.mek.oszk.hu)). You need a QR code reader application (freely available for most of the operating systems) to interpret the code, and a web browser and an active Internet connection on your mobile device to open the decoded URL*



[http://mek.oszk.hu/20700/20763/;](http://mek.oszk.hu/20700/20763/)

A jelen kötet tartalma a <http://www.gelabor.hu/szigel/fooldal/genetika-200> honlapon is elérhető.

### **Egy jótanács a kötet világhálós használóinak:**

A Magyar Elektronikus Könyvtár minden keresőprogrammal megtalálható a keresősorba beírva, hogy <https://mek.oszk.hu> Így pl. a gyakran használt „Bing” is megtalálja a MEK-et, bár magukat a könyveket nem indexeli olyan gyakran és olyan mélységben, mint a Google (tehát az egyes könyvcímeket is nehezebben találja meg) .

De ha valaki a MEK-et már megtalálta, akkor pl. a „Bing” kezdőlapra levő keresővel sokkal jobban lehet keresni könyveket szerző, cím és téma szerint, mint a Google-lel.

