

ÅSMUND H. EIKENES

# UTAZÁS A KEZED KÖRÜL



ÅSMUND H. EIKENES

# UTAZÁS A KEZED KÖRÜL

MINDEN,  
AMIT TUDNI SZERETNÉL A KEZEDRŐL  
- ÉS MÉG ANNÁL IS TÖBB

  
TYPOTEX

The translation has been published  
with the financial support of NORLA.



Åsmund H. Eikenes: *Handboka*

*Alt du vil vite om hendene dine – og litt til*

Copyright © Det Norske Samlaget 2016

Norwegian edition published by Det Norske Samlaget, Oslo

Published by agreement with Hagen Agency, Oslo

Hungarian translation © Petrikovics Edit, 2019

Hungarian edition © Typotex, Budapest, 2019

Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

Lektorálta: Kun Ádám

ISBN 978 963 279 990 2

# TARTALOM

Bevezetés	7
<i>Első rész: Hal a szárazföldön</i>	9
Gyűjtőszendevély	13
Ősleves	28
Egy kísérleti összegzés	40
Tényleg a majmoktól származunk?	48
<i>Második rész: Én, az új terminátor</i>	65
Több mint a Mona Lisa	69
Az ujjbegytől az agykéregig	80
Izomszabályozás	94
Modern falábak	104
<i>Harmadik rész: Forradalmi védelmi stratégiák</i>	115
Tömegközlekedés	119
Papírlap okozta vágás	132
Új felfedezések	141

<i>Negyedik rész: Az ujjbegyben rejlő potenciál</i>	155
Egy jövőbeli álom	159
HeLa-tól egy 3D nyomtatóig	169
<i>Ötödik rész: A jövő keze</i>	183
Kivágás és beillesztés a laboratóriumban	188
A CRISPR forradalmasít, és kihívásokat teremt	196
Köszönetnyilvánítás	201
Felhasznált irodalom	203

# BEVEZETÉS

*A Utazás a kezéd körül* felfedezőút kezéd biológiájába, egy csodás utazás vissza az időben, a testedben és tovább a következő áttörés felé.

A könyv minden egyes része a kézzel kapcsolatos kérdésekkel kezdődik. Honnan származik a kezünk, és hogyan működik? Hogyan véd meg bennünket a bőrünk valamilyeni veszélyforrástól, amellyel kapcsolatba kerülünk, milyen potenciál rejlik egy ujj sejtjeiben? Hogyan használhatjuk a kezünket a jövő alakítására? A válaszok egyszerre nyújtanak lenyűgöző példákat az emberi test működésére vonatkozóan és inspiráló történeteket arról, mi mindenre lehetünk képesek a kezünkkel.

A könyv ugyanakkor a kutatási eredmények mögött rejlő, kézzelfogható munkáról is szól. A történetek betekintést nyújtanak abba, hogyan használható a kutatás új ismeretek szerzésére azt illetően, hogy kik is vagyunk. Kiderül az is, hogyan járulnak hozzá az új felfedezések az orvostudomány, a mérnöki bravúrok és a technológia forradalmához.

E könyvben megfigyelések és hipotetikus balesetek által ismerkedhetsz meg közelebbről a saját kezeddal. Bízom benne, hogy hamarosan új szemmel tekintesz majd rá.

Jó olvasást kívánok!





ELSŐ RÉSZ

# HAL A SZÁRAZFÖLDÖN



Meglehetősen átlagos kezem van. Mindkettőn egy-egy hüvelykujj, mutatóujj, középső ujj, gyűrűsujj és kisujj található. A mutatóujjam enyhén a középső ujj felé görbül, de ezt leszámítva, amennyire látom, semmi baj sincs a kezemmel. Ha a kézfejemet magam elé emelve az ujjaimat kinyújtom, és kissé hátrafeszítem, a bőr úgy ráncolódik az ízületemen, akár egy vénséges arcon. Valamennyi ujjam végén köröm nő, kitartóan és feltartóztathatatlanul.

A kezem összességében érdektelen, unalmas és eléggé semleges. Amikor nem használom, gyakran van útban vagy a teremre: a karom túl hosszú, a kézfejem nagy és otrombán göcsörtös, az ujjaim merevek és hidegek. Mivel csaknem harminc éve megvan mindkettő, igen sokat vesztek az újdonságukból, és kevésbé okoznak meglepetést azzal a sok egyéb dologgal összevetve, amelyek a figyelmemért küzdenek.

A két kezem minden egyes napon, egész életem során szinte valamennyi általam folytatott tevékenységben részt vesz. Mégis ritkán jut eszembe, milyen összetettek és komplexek. Amikor időt szakítok arra, hogy megálljak és alaposan szemügyre vegyem őket, rendre meglepő és új részletekkel találok

szemben magamat. A tíz ujjunk egyáltalán nem érdektelen vagy unalmas, a kezünkben ugyanis sejttípusok sokfélesége, nagy távolságok feletti komplex összehangoltság és orvosi áttörések történeteinek sokasága rejtőzik.

A legfontosabb kérdés az, honnan származik a kezünk. Lehetséges, hogy a kezünk története egyben a modern ember fejlődésének története?

A kérdés megválaszolásához vissza kell utaznunk az időben, a tengerben élő egysejtűekhez, az első szárazföldre mászott halhoz és a tábortűz körüli beszélgetésekhez. De mindenekelőtt: a lepkékhez.

## Első fejezet

# GYŰJTŐSZENVEDÉLY

Gyerekkoromban követ, üveggolyót és matricát gyűjtöttünk. Az én szobám is tele volt a természetből származó dolgokkal: botokkal, uszadékfával, növényekkel, valamint méret és szín szerint csoportosított kagylókkal. Egy rövid ideig bélyeggyűjtő voltam, ám amivel a gyermekkorom nagy részét töltöttem, az az általam elfogott lepkék preparálása és rendszerezése volt.

A nyugat-norvégiai, napsütésben gazdag gyümölcstermesztő vidék igen buja flórával és faunával bírt, és amennyiben az ember nyitott szemmel járt, lenyűgöző rovarok tömegegét fedezhette fel. Gyakran szökdécseltem az almafa körül a csalánban finom szövésű hálóval a kezemben színes és ismeretlen szárnyas lényeket kergetve.

A pillangók teljesen lenyűgöztek, mivel összetettek és gyönyörűek voltak, ugyanakkor végtelenül egyszerűek is. A hernyótól a pillangóig tartó varázslatos átalakulásuk után rövid és mozgalmas életet éltek, párt és biztonságos helyet keresve maguknak, ahol petéket rakhatnak, hogy a következő nemzedék megismételhesse a folyamatot. Nem mindenki volt ilyen

szerencsés. A rovarok egy része egy tejfölös pohárban végezte mínusz hús fokosra fagyasztva édesanyám mélyhűtőjében.

A lepkék preparálásához egy hungarocell lemezt használtam, amelynek a közepén keskeny mélyedés húzódott. Ez az úgynevezett feszítő. Egy vékony tűt szúrtam a pillangó testébe, majd a hungarocellben lévő mélyedésbe helyeztem. Azután szétterítettem a szárnyait, és gombostűvel letűzött kis zsírpapírcsíkok segítségével az alátetre simítottam őket, hogy ne mozdulhassanak el. A pillangók néhány napon keresztül préselődtek ezen a módon. Ezalatt én a rovarhatározóimat böngésztem, hogy meghatározzam a pontos fajt, majd egy kis papírra körmöljtem a nevüket, ahogy azt a Természettudományi Múzeum kiállításain láttam.

A gyűjteményem két kedvenc darabja egy atalantalepke és egy citromlepke volt. Utóbbi a nevének megfelelően élénksárga volt, hipnotikus és intenzív színű. Szárnyai elegáns hegyekben végződtek, egy-egy vércseppre emlékeztető, narancssárga folttal a közepükön. Az atalantalepkének barnásvörös szalagokkal és ízléses mintába rendeződött fehér foltokkal díszített, fekete szárnya volt. Egy nagyító segítségével közelebről is szemügyre vehettem a szárnyak részleteit, a felpödörített szívrókját és az elegáns csápokat az apró rovar feje tetején.

Amikor visszagondolok a néhány tucat lepkéből álló gyűjteményemre, nem volt különösebben lenyűgöző, sem különösebben innovatív tartalmában és szerveződésében. Az ilyen gyűjtemények mégis a kezünk eredetét firtató kérdésre adott válasz kezdetét jelentik.

A természetből származó adatok gyűjtése nagyon fontos ismeretforrást biztosít a földi élet fejlődéséről. Több száz éve

hivatásos gyűjtők kutatnak kisebb és nagyobb állatok, valamint növények után. Carl von Linné már az 1700-as évek közepén latin neveket adott a gyűjteményekben szereplő lepkéknek. Létrehozta a modern tudományos rendszerezés alapelveit, és voltaképpen a mai napig az általa megalkotott rendszertant használjuk az élővilág osztályozására. Száz évvel később a *HMS Beagle* fedélzetén az ifjú Charles Darwin volt az, aki egy lépéssel továbbfejlesztette a gyűjtőszendélyt, mégpedig a különböző fajok és a földi élet sokszínűségének létrejöttét taglaló elméletévé.

## Professzionális gyűjtők

A biológusok többségében olykor felmerül a gondolat, hogy Darwint kellene olvasnia. Magam sem vagyok kivétel, így néhány évvel ezelőtt megvásároltam *A fajok eredete* egy példányát. Éppen akkor kezdtem el az Oslói Egyetem mesterképzését, és úgy gondoltam, hogy az efféle monumentális referenciakönyvek a képzés kulcsfontosságú részét képezik. Az elvárásaim hatalmasak voltak.

Végtelen várákózással tekintetem az ismeretlen világ-részekre tett felfedezőutakról szóló elbeszélések, valamint a Galápagos-szigeteken élő földipintyek és óriásteknősök részletes leírása elé. Inspiráló megfigyelésekre és tudományos forradalmakra készültem. Az egésznek egyértelmű kijelentéseket kellett adnia a természetes kiválasztódásra, mint az új fajok fejlődésének fő hajtóerejére.

*A fajok eredetének* megjelenését Darwin egy fiatal biológus-

sal, Alfred Russel Wallace-szal folytatott levelezése sürgette. Wallace az Ázsiában tett felfedezőútja során számos rovat és állatfajt gyűjtött össze. Az általa látott változatokról is meggyőződve azzal az elmélettel állt elő, mely szerint az új fajok fejlődésének alapját az egyik nemzedékről a másikra történő fokozatos változások képezik. *A fajok eredetének* megjelenése előtti évben Darwin és Wallace közösen mutatták be a tudományos közösség számára a leleteiket a Linné Társaság ülésén Londonban. És bár általában csak Darwin nevére hivatkozunk, valójában mindketten jócskán hozzájárultak az evolúcióelmélet megalkotásához.

Darwin és Wallace számára jó időbe telt megfogalmazni következtetéseiket, ám ahhoz, amit az általuk felhalmozott adatanyag mutatott, szemernyi kétség sem fűződött. Egy populáció egyedeinek változatai különböző módon alkalmazkodnak az adott környezeti tényezőkhöz, és mindig csak a legrátermettebb egyedek örökítik tovább génjeiket a következő generációra.

Nem voltam felkészülve arra, hogy *A fajok eredetének* első fejezete a postagalambokkal foglalkozik, így akkoriban nem jutottam tovább a huszonötödik oldalnál. A zsebkönyvváltozatomat bézs, újrahasznosított papírra nyomtatták, és a mondatok csaknem az oldalak széléig futnak. Amikor magam elé tartom a könyvet, hajsál híja, hogy a két hüvelyujjam nem takar ki néhány betűt a sorok szélén, a keskeny margók pedig azt a benyomást keltik, hogy egy igen fajsúlyos történelmi dokumentum van a kezemben.

Jó ötletnek tűnhet szelíd madárfajokról szóló figyelemfelkeltő írások megjelentetése, Charles Darwin azonban nem népszerűsítő tudományért bezsebelhető közvetítői díjak meg-



szerzésére törekedett. Darwin több mint huszonöt évet áldozott az életéből arra, hogy a természet változatosságát alátámasztó bizonyítékokat gyűjtsön. A Galápagos-szigetokről származó növények, állatok, madarak és kagylók gyűjtésére és rendszerezésére használta a kezét. Az eredmény pedig: óvatosan, árnyaltan és alázatosan megfogalmazott mondatok, amelyek gyakran öt, hat és hét sorra rúgnak – egy maroknyi közbevetett mellékmondatlal megtűzdelve. Más szóval klasszikus akadémiai nyelvezet.

## Beporzás teljes munkaidőben

Ezzel egy időben egy európai kolostorban Gregor Mendel Ágoston-rendi szerzetes borsónövények beporzására használta a kezét. Ahelyett, hogy a rovarokra hagyta volna a véletlenszerű beporzást, Mendel a rendszer és a struktúra hívéként maga kívánta elvégezni ezt a feladatot.

A botanikusok olykor egy ecset segítségével virágport helyeznek az egyik növényről egy másikra, hogy aztán megvizsgálják, hogyan néznek ki az utódok. Mendel olyan borsónövényeket választott ki, amelyek különféle jellemzőkkel, jól látható, könnyen meghatározható jegyekkel rendelkeztek – mint például a borsó színe vagy felülete. A borsószemek sárgásak vagy zöld színűek voltak, a felületük pedig sima vagy ráncos.

Mendel szisztematikusan dolgozott, és nem engedte, hogy a beporzás véletlenszerűen történjen. A borsónövények kézzel és minden lehetséges kombinációban történő, türelmes bepor-

zása különböző színű és formájú terméssel bíró új növények sorát eredményezte.

Mendel a kézzel termesztett borsónövények erdeje helyett rendszert látott az ökológiai káoszban. Ebből jött végül létre az a három öröklődésről szóló törvény, melyek annak alapját képezik, ahogyan a mai napig a komplex genetikát és az öröklődést értelmezzük.

Az ember a borsónövényhez hasonlóan minden egyes génből két kópiával bír, melyek közül az egyik az anyától, a másik az apától származik. Valamennyi gént egy-egy tulajdonságra egyszerűsíthetjük le, például sárga vagy ráncos borsóra. Az apától és az anyától származó gén nem mindig ugyanolyan, még akkor sem, ha ugyanazon tulajdonsággal bírnak. Mendel első szabálya az, hogy mindig csak egy gént adhatunk tovább mindegyik gyermekünknek.

Egy populáción belül egy génnek számos különböző változata létezik. A különböző variációk eredményezik ugyanazon tulajdonság árnyalatait, mint a sárga vagy zöld színű borsó. Ennek a sokféleségnek a nyomon követése érdekében az egyes génváltozatokra az *allel* kifejezést használjuk.

Mendel továbbá azt is megfigyelte – ami egyben a második szabálya lett –, hogy a borsó különböző jellemzőit szabályozó gének nem öröklődnek együtt. Nem volt automatikus, hogy a sárga színű borsók mindig gömbölyűek, vagy hogy a gömbölyű borsók mindig sárga színűek. Ehelyett a forma és a szín génei egymástól függetlenül öröklődtek.

Végül pedig azt a megfigyelést tette, hogy az ugyanazon folyamatot befolyásoló két *allel* hatással van egymásra. A borsónövény, amelyben a sima és a ráncos felületért felelős gén