

Nők a tudományban
határok nélkül

A szerzőtől korábban megjelent

- Women Scientists. Reflections, Challenges, and Breaking Boundaries.* New York, Oxford University Press, 2015.
- Budapesti séták a tudomány körül* (Hargittai Istvánnal). Budapest, Akadémiai Kiadó, 2015. (Angolul: *Budapest Scientific. A Guidebook.* Oxford University Press, 2015.)
- Különleges elmék. Találkozás 111 híres tudóssal* (Hargittai Balázssal és Hargittai Istvánnal). Budapest, Corvina, 2014. (Angolul: *Great Minds. Reflections of 111 Top Scientists.* Oxford University Press, 2013.)
- Symmetry through the Eyes of a Chemist* (Hargittai Istvánnal), 3. kiad. Springer, 2009.
- Képes szimmetria* (Hargittai Istvánnal). Budapest, Galenus, 2005. (Angolul: *Visual Symmetry.* Word Scientific, 2009.)
- Szimmetriák a felfedezésben* (Hargittai Istvánnal). Budapest, Vince Kiadó, 2003. (Angolul: *In Our Own Image. Personal Symmetry in Discovery.* Plenum/Kluwer, 2000.)
- Candid Science, Volumes IV, VI. Conversations with Famous Scientists* (Hargittai Istvánnal). Imperial College Press, 2004, 2006.
- Fedezzük föl a szimmetriát* (Hargittai Istvánnal). Budapest, Tankönyvkiadó, 1989. (Svédül: *Upptack symmetri!* Natur och Kultur, 1998.)
- Symmetry. A Unifying Concept* (Hargittai Istvánnal). Bolinas, CA, Shelter Publications, 1994.
- Koordinációs vegyületek gőzfázisú molekulageometriája* (Hargittai Istvánnal). Budapest, Akadémiai Kiadó, 1974. (Angolul: *The Molecular Geometry of Coordination Compounds in the Vapor Phase.* Elsevier, 1977.)

Szerkesztett könyvek

- Candid Science, Volumes I, II, III. Conversations with Famous Scientists.* London, Imperial College Press, 2000–2003.
- Advances in Molecular Structure Research, Volumes 1–6* (Hargittai Istvánnal). Stamford, Connecticut, JAI Press, 1995–2000.
- Stereochemical Applications of Gas-Phase Electron Diffraction. A–B kötet.* (Hargittai Istvánnal). Weinheim, VCH, 1988.

Hargittai Magdolna

Nők a tudományban
határok nélkül



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült



Ez a kiadás az M. Hargittai: *Women Scientists: Reflections, Challenges, and Breaking Boundaries* (Oxford University Press, New York, 2015) angol nyelvű kiadás nyomán készült.

A borítón:

Szent-Györgyi Albert és Banga Ilona az 1930-as, 1940-es években a szegedi egyetemen
(Banga Ilona fiának, Baló Józsefnek a szívességéből)

ISBN 978 963 05 9641 1

Kiadja az Akadémiai Kiadó,
az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 21–35.
www.akademiaikiado.hu

Első magyar nyelvű kiadás: 2015

© Hargittai Magdolna, 2015

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát,
az egyes fejezeteket illetően is.

Printed in Hungary

Könyvemet Édesanyám, Vámhidy Lászlóné Reven Magdolna emlékének ajánlom. Szeretett volna, de nem járhatott egyetemre.

TARTALOM

- Előszó • 9
- Köszönetnyilvánítás • 11
- Bevezetés • 13
- Tudós házaspárok • 19
- A „Curie-dinasztia” • 20
 - Gerty és Carl Cori • 26
 - Banga Ilona és Baló József • 30
 - Rita és John W. Cornforth • 36
 - Jane M. és Donald J. Cram • 40
 - Mildred és Gene Dresselhaus • 42
 - Gertrude Scharff és Maurice Goldhaber • 49
 - Isabella és Jerome Karle • 53
 - Klein Éva és György (Eva és Georg Klein) • 60
 - Sylvy és Arthur Kornberg • 66
 - Milica Ny. Ljubimova és Vlagyimir A. Engelhardt • 69
 - Ida és Walter Noddack • 75
 - Néhány megjegyzés • 80
- A csúcson • 83
- Jocelyn Bell Burnell • 89
 - Yvonne Brill • 96
 - Mildred Cohn • 102
 - Gertrude B. Elion • 107
 - Mary Gaillard • 113
 - Maria Goeppert Mayer • 118
 - Darleane C. Hoffman • 127
 - Hugonnai Vilma • 132
 - Frances Oldham Kelsey • 135
 - Olga Kennard • 141
 - Kuroda Reiko • 146
 - Nicole M. Le Douarin • 153
 - Rita Levi-Montalcini • 158
 - Jennifer L. McKimm-Breschkin • 164
 - Anne McLaren • 168
 - Christiane Nüsslein-Volhard • 174
 - Sigrid Peyerimhoff • 179
 - Miriam Rothschild • 183
 - Vera C. Rubin • 190

- Margarita Salas • 196
Myriam P. Sarachik • 201
Marit Traetteberg • 206
Chien-Shiung Wu • 210
Rosalyn Yalow • 217
Ada Yonath • 226
- Orosz kutatónők • 233
Irina P. Beleckaja • 239
Rahil H. Freidlina • 243
Jelena G. Galpern • 246
Irina G. Gorjacseva • 249
Antonyina F. Prihotko • 255
- Indiai kutatónők • 258
Charusita Chakravarty • 261
Rohini Godbole • 263
Shobhana Narasimhan • 267
Sulabha Pathak • 269
Riddhi Shah • 272
Shobhona Sharma • 275
Vidita Vaidya • 278
Néhány megjegyzés • 281
- Török kutatónők • 284
Sezer Şener Komsuoğlu • 286
Gülsün Sağlamer • 289
Ayhan Ulubelen • 293
- Vezetői állásban • 299
Catherine Bréchnignac • 301
France A. Córdova • 305
Marye Anne Fox • 310
Kerstin Fredga • 314
Claudie Haigneré • 319
Helena Illnerová • 324
Chulabhorn Mahidol • 330
Pamela Matson • 333
Kathleen Ollerenshaw • 338
Marianne Popp • 344
Maxine F. Singer • 348
Natalja Taraszova • 352
Shirley M. Tilghman • 356
- Zárógondolatok • 363
Jegyzetek • 371
Mutató • 393

ELŐSZÓ

Az utóbbi tizenöt évben sok híres nővel találkoztam: ez a könyv a beszélgetéseinkből született. Szereplői, akik elsősorban fizikusok, kémikusok és orvosbiológusok, négy kontinens tizennyolc országában élnek.

Családunk több éven át készített és publikált interjúkat híres tudósokkal; ezek többségét hatkötetes *Candid Science* (Őszinte tudomány) című könyvsorozatunkban gyűjtöttük egybe.¹ Egy-egy kötet legalább harminchat interjúból áll, ezek több mint felében beszélgetőpartnerünk Nobel-díjas volt. A gyűjteményben nagyon kevés nő szerepelt, pedig nem előítéletesen választottuk ki az interjúalanyokat. Felismertem, amit mások már régóta tudtak: igazságtalanul kevés nő kerül be a tudományos elitbe. A természettudományos szakokon általában közel azonos a lány és fiú hallgatók száma, de a kutatói ranglétrán felfelé haladva az egyensúly már a férfiak javára billen. Pályám két fontos állomásán én is leeshettem volna erről a létráról – szerencsére nem így történt.

Későbbi férjemmel, Istvánnal másodéves koromban ismerkedtem meg, amikor ő már kezdő kutató volt a Magyar Tudományos Akadémia egyik laboratóriumában. A harmadév befejeztével házasodtunk össze. István kutatói lelkesedése magával ragadott: nála készítettem el a diplomamunkámat, és az egyetem után is mellette maradtam. István önállóan dolgozott, saját maga indította el a kutatását, és munkatársakra volt szüksége. A laboratóriumi kollégák elismerték, de egyesek irigyelték is a sikereit.

Egyszer, az 1970-es évek elején, az „üzemi négyszög” – a laboratórium vezetője, a párttitkár, a személyzetis és a szakszervezeti titkár – magához kérte Istvánt. Közölték vele, hogy nem helyes, ha a férj együtt dolgozik a feleségével. Nem voltak ellenségesek, és őszintén elmondták, hogy ha István nem lenne olyan sikeres, a környezete sokkal kevesebbet törődne a körülményeivel. István erre nyugodtan azt válaszolta, rendben van, majd másik munkahely után néz. Később elmesélte, hogy ez a gyors válasz nemcsak a többieket, hanem saját magát is meglepte, mert tudta, hogy nem találna még egy olyan labort, ahol annyira önálló lehet, és annyira támogatják az elképzeléseit, mint ott. Akkoriban gondolni sem lehetett arra, hogy külföldön keressen munkát; vasfüggöny mögött éltünk. A „négyszög” tagjai, persze, biztosak voltak abban, hogy a feleségnek, vagyis nekem kell távoznom – logikusan számíthattak erre a megoldásra. István válasza után a megbeszélés gyorsan véget ért, és azután soha többé nem esett szó az ügyről. Mivel semmilyen rendelet sem tiltotta, hogy férj és feleség együtt dolgozzon, hosszú éveken át közösen folytattuk a kutatásainkat.

Számomra ez rengeteget jelentett a gyerekeink születésekor. Mindkét alkalommal körülbelül hat hónapot töltöttem velük, de a munkából „nem estem ki”, mert az otthon és a munkahely sohasem vált el élesen egymástól.

Mielőtt túlzottan idealisztikus kép alakulna ki a beszámolómból, el kell mondanom, hogy hagyományos családi életet éltünk, amelyben István karrierjét helyeztük előtérbe. Természetesnek tartottam, hogy a család az én gondom, de István mindenben segített. Persze már a „segített” szó maga elárulja, hogy otthon nem egyforma terheket viseltünk. Amíg a gyerekek kicsik voltak, takarékra tettem a törekvéseimet; nem akartam, hogy a fiunk vagy a lányunk szenvedje meg a mama kutatói ambícióit. Lassabban szereztem meg a tudományos fokozataimat, mint lehetett volna, ha nem tartottam volna ennyire fontosnak a gyerekeink nevelését. A pályám akkoriban ívelt fel, amikor a kisebbik középiskolás lett. Ekkor vágtam bele önálló kutatási területem kialakításába.

Addig, amíg nem merültünk bele hobbinkba, a *Candid Science*-interjúkba, nem gondolkoztam azon, hogy a kutatóknak milyen nehézségekkel kell megbirkózniuk. De végül érdekelni kezdett, hogy miért tanított engem olyan kevés női professzor, miért nem találkoztam soha női dékánnal vagy rektorral a tanulmányaim alatt, és miért van olyan kevés női Nobel-díjas. Amikor felfigyeltem erre, elhatároztam, hogy feltérképezem a női pályák alakulását, felderítem a jelenségek okait. Prominens kutatónőket kerestem meg, és a munkájukon kívül ezekről a kérdésekről is beszélgettünk. Elkezdtem előadásokat tartani a tudós nőkről; a mondandómat övező érdeklődés a megkezdett út folytatására ösztönzött, végül pedig ennek a könyvnek az ötletéhez vezetett.

Körülbelül száz interjút készítettem híres kutatónőkkel. Mindannyian kimagasló teljesítményt nyújtottak a szakterületükön. Pályájuk egyik szakaszán néhányan úgy döntöttek, hogy új feladatokkal teszik próbára magukat, és a tudományirányításban vállalnak szerepet. Ez a váltás azért is érdekes, mert az effajta vezetői posztokat hagyományosan férfiak töltik be.

A kutatónőkről számos tanulmány született, ami nagyon hasznos, mert ráébreszti az embereket a nők képességeire, eredményeire és azokra a többletkihívásokra, amelyeknek meg kell felelniük. Ez a könyv arra a sokféle tudományos, földrajzi, társadalmi közege is felhívja a figyelmet, amelyben szereplői élnek. Különleges élményben volt részem, amikor kiváló beszélgetőpartnereim nagyszerű kutatásaikba is beavattak – ezekről szintén igyekeztem röviden képet adni.

Édesanyám nagyon intelligens asszony volt, de nem járhatott egyetemre. Eltökélte, hogy nekem tovább kell tanulnom. Az én lányom magától értetődő természetességgel mozog a tudományos életben. Nem tudom, hogy a lányunokám kutató lesz-e. Ha igen, remélem, neki semmilyen akadállyal nem kell megküzdnie. Írás közben sokat gondoltam mindhármukra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Egy ilyen könyv sokak közreműködésével születhet csak meg.

Legelőször azoknak a kutatónőknek kell köszönetet mondanom, akik elfogadták a felkérésemet, és időt szakítottak arra, hogy beszéljessünk az életükről, a kutatásaikról, a pályájuk során felmerülő nehézségekről. Hálás vagyok, hogy őszintén elmondták, milyen gondolatokat ébresztenek bennük a természettudományokat művelő nők problémái.

Sokaktól kaptam felbecsülhetetlen segítséget a legkülönbözőbb kérdésekben; voltak, akik rokonaikról vagy korábbi kollégáikról adtak információt, mások találkozókat szerveztek, képeket kerestek elő, megbeszéltek velem hazájuk kutatónőinek helyzetét, vagy elolvastak egyes fejezeteket, amelyekhez megjegyzéseket fűztek – ábécésorrendben írom le a nevüket: Ernest Ambler, Baló Mátyás, Anders Bárány, Annarita Campanelli, Charusita Chakravarty, Janet Denlinger, Natalja Engelhardt, Richard Garwin, Rohini Godbole, Borisz Gorobec, Kolbjorn Hagen, Evans Hayward, Drahomir Hnyk, Dale Hoppes, William Jenkins, Jan Kandror, Roger Kornberg, Karl Maramorosh, Shobhana Narasimhan, Oleg Nyefedov, Ramakrishna Ramaswamy, Ladislav Robert, Shobhana Sharma, Manfred Stern, Svetlana Szicseva, Olga Valkova, Brigitte Van Tiggelen, Venetianer Pál, K. Vijay Raghavan, Clara Viñas i Teixidor, Larissa Zaszurszkaja. Bob Weintrub és Irwin Weintrub az egész kéziratot elolvasta, és fontos javaslatokat fogalmazott meg. Mindannyiuknak hálás vagyok.

Gyermekeink, Eszter és Balázs szeretetteljes érdeklődésétől és a könyv kapcsán folytatott élénk vitáinktól mindig feltöltődtem.

Külön köszönet illeti férjemet. Évtizedekkel ezelőtt ismerkedtünk meg – azóta az élet minden területén társak vagyunk. Együtt küzdöttünk meg a nehézségekkel, és fantasztikus kalandokat éltünk át, legtöbbjük a tudományhoz kapcsolódott. Egyetemi hallgatóként megtanultam tőle, hogy csak az legyen kutató, aki a legmagasabb színvonalra törekszik a munkájában. Megtanultam tőle a felfedezés örömét is, és hogy a szűk kutatási területünknel távolabbra kell néznünk, ha teljesebb képet akarunk látni. Azt is neki köszönhetem, hogy a kutatók élet-története felkeltette az érdeklődésemet, ami végül ehhez a munkához vezetett.

Sokat jelent számomra a Magyar Tudományos Akadémia és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem folyamatos támogatása.

BEVEZETÉS

A „tudós nő” olyan jelzős szerkezet, amely évszázadokig egymásnak ellentmondó szavakat kapcsolt össze (oximoron). Pedig már az ókorban is voltak olyan nők, akiket érdekelt a természetfilozófia, és tehetséggel művelték. A feljegyzések szerint i. e. 2350 körül élt EnHedu’Anna babiloni papnő, az egyik első nő, aki matematikával és csillagászattal foglalkozott. Xi Lingshi kínai császárnőről az a történet maradt fenn, hogy i. e. 2700 körül rátalált a selyemkészítés módjára, és ezzel indult el a kínai selyemipar. Az ókori Egyiptom „tudós női” közül ketten nagyon híresek. „Mária, a zsidó” (néha Mirjammak nevezik) az i. sz. 1. században élt; őt tekintik az első női alkimistának. Évszázadokon át az alkimisták egyik legnagyobb szaktekintélyeként tartották számon.¹ Kémiai berendezéseket tervezett és készített – például vízfürdőt, amelyet franciául ma is „bain-marie”-nak hívnak. Az egyik festék, a „Mária feketéje” („Marie’s black”) szintén róla kapta a nevét: ezt az ólom-réz-szulfid vegyületet Mária állította elő. Az ókori tudós nők közül a matematikus-csillagász Alexandriai Hüpatia (kb. 370–415) a leghíresebb: a neoplatonikus iskola vezetésével is megbízták. Más tudományokhoz is értett, például a fizikához, a kémiához és az orvostudományhoz.

A középkor, az emberiség történetének ez a körülbelül ezeréves szakasza nem kedvezett a természettudományoknak. Az addig megszerzett tudást jórészt a kolostorok őrizték meg. Az apácák között számos olyan orvos volt, akinek nagyra értékelték a tudását. Közéjük tartozott például a német Hildegard von Bingen (1098–1179). Évszázadokon át sok zsidó női orvos működött Európában. A 11. században orvosi egyetem nyílt az itáliai Salernóban; ez volt az első európai egyetem, ahová nők is járhattak. Itt tanult Trotula (néha Trota) Platearius (11. század), akit az első női orvosprofesszornak tartanak. A szülészet, a nőgyógyászat, a bőrgyógyászat és az epilepszia volt a szakterülete.² A női betegségekről megjelent könyvét évszázadokon át tankönyvként használták. A 13. században alapítottak több egyetemet, így például a bolognait, a párizsit és az oxfordit. Bologna és Salerno továbbra is fogadta a női hallgatókat, de Európa többi városában nem iratkozhattak be nők az egyetemre – így fokozatosan kiszorultak az orvosi pályáról.

A tudományos forradalom idején a nőket még mindig távol tartották a tudománytól, nem engedték, hogy tanuljanak (néhány olasz egyetem kivételével). Az új tudományos felfedezések azonban megragadták néhány arisztokrata hölgy képzeletét: tudományos szalonokat szerveztek, és részt vettek azok vitáiban, többen magántanárt is fogadtak. Az angol Margaret Cavendish (1617–1673)

csillagászatot és matematikát tanult, különböző tudományos témákról írt könyveket. Franciaországban Émilie Du Châtelet (1706–1749) híres volt a nyelvekben, matematikában, fizikában megmutatkozó tehetségéről; ő fordította franciára Isaac Newton új elméleteit. Olaszországban Laura Bassi (1711–1778) 1732-ben szerzett doktori fokozatot Bolognában; a nők közül először ő kapott tanári állást és professzori kinevezést európai egyetemen. Egy másik olasz nő, Maria Agnesi (1718–1799) hét nyelven beszélt, matematikát tanult – differenciál- és integrálszámítást is –, később a bolognai egyetem matematikai és természet-filozófiai tanszékének professzora lett.

Marie Paulze Lavoisier-t (1758–1836), Antoine Lavoisier feleségét szenvedélyesen érdekelte férje munkája. Lavoisier a 18. századi kémiai forradalom vezetője volt. Marie szabályos képzést kapott matematikából és rajzból.* Tudott angolul, és férjének ő fordította franciára a fontos tanulmányokat. Napjaikat jórészt együtt töltötték a laboratóriumban. Ez hozzásegítette Lavoisier-t annak a felismeréséhez, hogy az égés akkoriban elfogadott flogiszonelmélete hibás, és így értesült arról, hogy az angol Priestley és a svéd Scheele felfedezte az oxigént. Marie laboratóriumuk minden kísérletéről jegyzőkönyvet vezetett, amelyet az összes berendezés és kísérlet részletes rajzával egészített ki. A későbbi generációk ezekből a jegyzőkönyvekből ismerték meg, milyenek voltak az akkori idők modern kémiai eszközei és eljárásai. Lavoisier híres könyvében, *A kémia alapjaiban*, amelyet az első igazi kémiai tankönyvnek tartanak, Marie tizenhárom metszete illusztrálja a laboratóriumi berendezéseket. Lavoisier-t 1794-ben, a francia forradalom idején kivégezték. A tulajdonát, összes tudományos munkájával együtt, elkobozták. Marie-t több hónapra börtönbe zárták. Később visszaszerezte Lavoisier összes jegyzetét, és publikálta férje emlékiratait, amelyeket neki kellett kiegészítenie. Tudományos szalonokat tartott fenn, ahol az új kémiáról beszélt vendégeinek.

Említésre méltó, hogy a 17–18. századból viszonylag sok női csillagászt tartathatunk számon. Németországban például a csillagászok mintegy tizennégy százaléka nő volt. A csillagászat ideális tudománynak tűnt a nők számára, mert otthon is művelhették. A csillagásznők sokszor csillagászok feleségei, esetleg testvérei voltak, és férjeiknek, fivéreiknek segítettek. A német Elisabetha Hevelius (1647–1693) a nála harminchat évvel idősebb neves csillagászhoz, Johannes Heveliushez ment hozzá. Huszonhét éven át, férje haláláig együtt dolgoztak. Számos csillagot fedeztek fel. Hevelius halála után Elisabetha befejezte közös

* Tanára Jacques-Louis David volt: ő festette a „Lavoisier úr és felesége” című híres képet (1788), amely a Metropolitan Museum of Art-ban van kiállítva; lásd <http://www.metmuseum.org/collections/search-the-collections/436106>.

munkájukat, és könyv formájában meg is jelentette: a katalógusban csaknem ezerkilencszáz csillag helyzetét adta meg. A közös munka eredményeit tartalmazó könyvön azonban Johannes Hevelius neve egyedül szerepelt.

Egy másik német csillagász, Maria Kirch (1670–1720) fedezett fel először üstököszt a nők közül. Maria a híres Gottfried Kirch felesége volt. Az ő asszisztensként dolgozott a Berlieni Tudományos Akadémián két évtizeden át, Gottfried Kirch haláláig. Utána is megpróbálta folytatni a munkát, de nem maradhatott tovább az Akadémián. Sophia Brache (1556–1643) legendás dán csillagász volt; bátyjával, Tycho Brachéval dolgozott együtt. Caroline Herschel (1750–1848), a német származású brit csillagász egész életében bátyjával, William Herschellel kémelelte az eget; sok üstököszt fedeztek fel együtt.

A 19. században rengeteget fejlődtek a természettudományok, a korábbi természetfilozófusokat fokozatosan felváltották a természettudósok. A nők társadalmi helyzetében akkor kezdődött nagy változás – körülbelül százötven évvel ezelőtt, a 19. század második felében –, amikor a nőmozgalmak első hullámai átsöpörtek Európán és az Egyesült Államokon. A nők többféle jogot követeltek, köztük a felsőoktatáshoz való jogot. Az egyetemek lassan megnyitották kapuikat a nők előtt; ez történelmi lépés volt. Új női főiskolákat, egyetemeket alapítottak, ilyen volt a Mount Holyoke (1861) és a Smith College (1875) az Egyesült Államokban, a Girton College Cambridge-ben (1869) és a Lady Margaret Hall Oxfordban (1878), mindkettő Angliában. Néhány régi egyetemen hamarosan bevezették a koedukációt. Az 1860-as évek közepétől a nők több európai egyetemre iratkozhattak be. A zürichi és a német egyetemekre szívesen jelentkeztek nők olyan helyekről, ahol még nem adódott lehetőségük a tanulásra. Egy évtizeden belül más kontinensek országai is követték a példát, köztük Új-Zéland, Chile és Ausztrália. Ebből az időszakból két nőt említek. Maria Mitchell (1818–1889) amerikai csillagász felfedezett egy üstököszt, és a Vassar College első csillagászprofesszora lett 1865-ben. Az orosz matematikus, Szofja Kovalevszkaja az első nő, aki professzori címet kapott a Stockholmi Egyetemen, 1889-ben.

A 20. század óriási fegyverténnyel indult: 1903-ban Marie Curie, férjével, Pierre Curie-vel fizikából elnyerte a nemrégiben alapított Nobel-díjat. A siker nagy nyilvánosságot kapott, és felhívta a figyelmet a természettudományt művelő nőkre. Ez sok fiatal lányt töltött el lelkesedéssel, de a nők akkor még rendkívüli nehézségek árán léphettek csak tudományos pályára. Bár az egyetemek kapui néhány évtizeddel korábban már megnyíltak előttük, alig-alig szerezhettek előadói vagy kutatói kinevezést. Számos példát hozhatunk fel ennek illusztrálására. Emmy Noether, aki sikeres matematikus volt, az 1910-es években nem kapott állást a Göttingeni Egyetemen, pedig kollégái erőteljesen támogatták. Hertha Sponert (1895–1968), aki ekkor már ugyanennek az egyetemnek a docense volt,

1934-ben eltávolították, mert a nácik nem támogatták a nők egyetemi, kutatói alkalmazását. A későbbi Nobel-díjas Gertrude Elion nagyon nehezen szerezte meg első állását az Egyesült Államokban. Később más példákat is látunk majd.

Ebben az időszakban a leghíresebb kutató – Marie Curie mellett – Lise Meitner (1878–1968) volt, aki nemcsak atomfizikusként elért úttörő eredményeiről híres, hanem arról is, hogy nem részesült a kollégájának, Otto Hahnnak odaítélt Nobel-díjból. Lise Meitner 1905-ben szerzett doktori fokozatot a Bécsi Egyetemen; itt ő volt a második női doktor. A szintén osztrák Marietta Blau (1894–1970) ugyancsak a nukleáris fizika terén tett felfedezéseket. Erwin Schrödinger ezekért jelölte őt a Nobel-díjra, amit nem kapott meg. A díjat Cecil Powellnek ítélték, aki továbbfejlesztette Marietta Blau és munkatársa, Hertha Wambacher módszerét. A német Clara Immerwahr (1870–1915) a híres Fritz Haber felesége volt, maga is vegyész. Nőként ő doktorált először a Breslauer Egyetemen (Németországban, ma Wrocław, Lengyelországban), de professzorfeleségként nem kaphatott állást; csak férje kutatásaiban segíthetett. Clara öngyilkos lett Haber szerepe miatt a mérgező gázok háborús felhasználásában.

A 20. század első részében egyre több nő tanult természettudományokat és szerzett fokozatot, az állásszerzés azonban még nagy nehézségekbe ütközött. A diplomás nők száma jelentősen nőtt a század második felében, de a „szivárgó csatorna” (leaky pipeline) és az „üvegplafon” (glass ceiling) kifejezés nem vesztett érvényességéből. A „szivárgó csatorna” metafora arra utal, hogy a kutatói ranglétrán felfelé haladva minden lépcsőnél kisebb lesz a nők aránya. Az üvegplafon az a szint, ahonnan a nők nem léphetnek feljebb egy intézményben. Nancy Hopkins és munkatársai a Massachusettsi Műszaki Egyetemen (MIT) 1999-ben „Tanulmány az MIT-n alkalmazott női természettudósok helyzetéről”²³ címmel számoltak be tapasztalataikról. Ebből kiderült, milyen súlyos diszkrimináció éri a nőket az MIT-n. A tanulmány az egész országban nagy visszhangot váltott ki, és utána sokat javult az egyetemeken dolgozó nők helyzete: például jobbak lettek a munkakörülményeik, nőtt a fizetésük. Néhány év múlva a Harvard elnöke, Larry Summers azzal sokkolta a közvéleményt, hogy a nők túlnyomó többsége adottságai miatt nem juthat fel a csúcsra matematikában és a természettudományokban. Az már a változás jele volt, hogy a nagy felháborodás hatására Summers lemondott a Harvard elnökségéről.

Könyvem elsősorban olyan kutatónőkről szól, akikkel személyesen találkoztam, de mások is megjelennek a következő oldalakon: így válik teljesebbé a kép. Amikor csak az olvasottakra támaszkodtam, igyekeztem kiegészíteni az ismert történeteket, hogy több oldalról is megvilágítsam a szereplőket. Teller Ede kiterjedt levelezése Maria Goepfert Mayerrel például megmutatja, milyen szerepet játszottak más tudósok Maria Goepfert Mayer életében és ő is másoké-

ban. Chien-Shiung Wu kutatásairól mindig nagy élvezettel olvastam, és amikor megismertem az életét, azt is láttam, milyen félrevezető az elmaradt Nobel-díja miatti nemzetközi sajnálkozás. Nem írtam néhány híres kutatóról – például Lise Meitnerről vagy Rosalind Franklinról, akiknek a története nem kevésbé érdekes, mint az itt megidézett tudósoké –, ha nem volt fontos mondanivalóm a már ismert leírásokon kívül.

A könyv szereplői sokféle tudományos területen dolgoznak; elsősorban fizikusok, kémikusok, orvosbiológusok, néhányan matematikusok, csillagászok, mérnökök, orvosok, vagy más szakmát űznek. A különböző területek között természetesen jelentős átfedéseket tapasztalunk, és gyakran ilyen átfedések jellemzik a könyvben megjelenő tudósok munkáját is, ezért a hozzájuk társított szakterület gyakran nem írja le összes olyan tevékenységüket, amelyben egyaránt kiválóak.

Könyvem fontos vonása a széles nemzetközi merítés. Hőseim háttere, származása igen különböző, négy kontinens tizennyolc országában élnek. A szereplők csaknem fele európai, egyharmaduk egyesült államokbeli; a többiek Ázsiában és Ausztráliában dolgoznak.

A fejezeteket három, nem szigorúan körülhatárolt részbe soroltam. A „kutatópárok” talán azért érdekelnek, mert én is a férjemmel kezdtem el dolgozni. Bár a közös munka sok öröm forrása, a pár nőtagja számára hátrányokkal is jár. Gyakran előfordul, hogy a nő érdemét a férjnek tudják be – az ellenkezőjére nemigen akad példa. Az első három tudományos Nobel-díjas nő is együtt dolgozott a férjével. A tudós férj és a közös érdeklődés különleges előnyt jelentett a múlt század első felében, amikor a nők előtt akadályok tornyosultak, ha tudományos pályára akartak lépni. Nem kivétel ez alól a negyedik Nobel-díjas nő, Maria Goeppert Mayer sem, aki azért dolgozhatott kutatóként, mert a férje professzor volt – noha díjazott felfedezése nem a közös munka során született. Az első részben, a „Tudós házaspárok”-ban előbb a három első Nobel-díjast mutatom be, aztán a többieket ábécésorrendben.

A következő rész „A csúcson” címet kapta. Mivel a Nobel-díj a tudósok legnagyobb elismerése, először a női Nobel-díjasokról írok röviden. A Nobel-díj intézményének száztizennégy éve alatt összesen tizenhat nő kapott tudományos Nobel-díjat. Röviden ismertetem annak a hat Nobel-díjas tudósnak az eredményeit is, akikre később nem térek ki részletesen. A rövid bevezetés után számos – különböző országokból származó, sokféle területen dolgozó – kutató következik ábécésorrendben. Ennek a résznek a végén külön mutatom be három országot – Oroszország, India és Törökország – női tudósait, akikről eddig nagyon keveset írtak. Érdekes, hogy Oroszországon kívül alig ismerik az orosz kutatónőket, pedig az 1917-es forradalom óta nagyon sok nő dolgozik tudományos területen.

A nőkérdés ott még az 1990-es évek elején bekövetkezett politikai változások után is alig kerül felszínre – talán nincs is nőkérdés? Indiában és Törökországban nagy érdeklődéssel követtem, hogyan válhat egy nő sikeres kutatóvá olyan társadalmakban, ahol a nők hagyományos szerepe dominál.

Az utolsó rész a „Vezetői állásban” dolgozó kutatónőké, akik pályájuk egy pontján a tudományirányítást választották, és egyetemek, nagy kutatóintézetek vezetői lettek, vagy más kulcspozíciókat foglaltak el.

TUDÓS HÁZASPÁROK

Ebben a részben olyan férj-feleség kutatókról írok, akik legalább egy ideig együtt dolgoztak. A legismertebb példákban az első tudományos Nobel-díjas nők adják a pár egyik tagját. Elgondolkodtató, hogy annak az első három nőnek, akit tudományos Nobel-díjjal tüntettek ki, szintén tudós volt a férje.

Marie Curie (leánykori nevén Skłodowska) első Nobel-díját megosztva kapta férjével, Pierre Curie-vel. Kettőjüknek ítelték az 1903-as fizikai Nobel-díj felét azoknak a sugárzási jelenségeknek a közös tanulmányozásáért, amelyeket Henri Becquerel fedezett fel. Marie Curie 1911-ben újabb Nobel-díjat kapott, kémiaiából – de ekkor a férje már nem élt. A következő tudományos Nobel-díjas nő a lányuk, Irène Curie, aki az 1935-ös kémiai Nobel-díjon osztozott férjével, Frédéric Joliot-val. A harmadik pár, Carl és Gerty Cori, az 1947-es orvosi Nobel-díj felét kapta megosztva. Tizenöt év telt el a következő kutatónő, Maria Goeppert Mayer kitüntetéséig: ő 1963-ban nyerte el a fizikai Nobel-díjat. Bár a díjhoz vezető munkában nem vett részt a férje, Maria Goeppert Mayer csak a férje professzori kinevezései miatt lehetett kutató.

Nem véletlen, hogy Marie Curie és Gerty Cori a férjével együtt kapott Nobel-díjat.* A múlt század első felében az egyetemek nem várták tárt karokkal a nőt, de az egyetemi állások még a tanulásnál is elérhetetlenebbnek bizonyultak. Számos példát hozhatunk fel ennek illusztrálására. Emmy Noether (1882–1935) kiváló német matematikus volt. Az 1910-es években kizárólag férfiak habilitálhattak – a német egyetemek ezt a fokozatot kívánják meg az előadóktól. Két híres matematikus, Felix Klein és David Hilbert meg akarta hívni Emmy Noethert előadónak a Göttingeni Egyetemre, de a terv nagy ellenállást váltott ki. A filozófiai fakultás nem matematikus tagjai úgy vélték, a háborúból visszatérő katonák nem kerülhetnek olyan helyzetbe, hogy „egy nő lábai előtt kelljen tanulniuk”. Hilbert erre dühösen azt válaszolta: „Nem értem, mi köze egy jelölt nemének a magántanári kinevezéséhez. Elvégre az egyetemen vagyunk, nem a fürdőben.”¹

Marie Curie és Gerty Cori azért indulhatott el a kutatói pályán, mert a férjeik sikeres tudósok voltak. Választásuk a férjük számára is „szerencsésnek” bizonyult. Életük arról tanúskodik, hogy mindkét házastársnak javára vált a közös munka. A nagyszerű képességek összefonódása megsokszorozta a hatékonyságot: a külön-külön elért eredmények „összege” valószínűleg jócskán elmaradt volna a közös munka eredményeitől.

* Irène Curie-t nem soroljuk ide, mert ő a szülei sikerének, hírnevének fényében nőtt fel.

A „CURIE-DINASZTIA”

Fizikusok és kémikusok



Marie és Pierre Curie a laboratóriumukban
(a Cincinnati Egyetem Oesper Kémiatörténeti Gyűjteményeinek szívésségéből)

A tudományos pályát választó nők legnépszerűbb példaképe régóta Marie Curie. Több szempontból is ő az „első” és az „egyetlen” nő:

- a Sorbonne első női előadója, professzora és laboratóriumvezetője (1906);
- az első női tudományos Nobel-díjas;
- az első kétszeres Nobel-díjas;
- az egyetlen nő, aki két Nobel-díjat kapott;
- az egyetlen, aki két *különböző* kategóriában kapott *tudományos* Nobel-díjat;
- az egyetlen, akinek a lánya is Nobel-díjas;
- az első nő, akit a saját érdemei miatt temettek a párizsi Panthéonba.

Marie Curie életének története nem véletlenül vált ki csodálatot, és sokan sokat írtak már róla. Most csak néhány olyan elemet veszek sorra, amelyeket különösen fontosnak tartok a tudós házaspárok tárgyalása szempontjából.

Felvetődhet a kérdés, hogy ki volt a nagyobb tudós kettőjük közül, Marie vagy Pierre. Lehetetlen eldönteni, és persze a „nagy tudós” fogalma is

meglehetősen bizonytalan. Pierre nyolc évvel volt idősebb Marie-nál, és már találkozásuk előtt fontos felfedezéseket tett. Bátyjával, Jacques-kal évekig közösen dolgozott, és együtt fedezték fel a piezoelektromos hatást. Pierre Curie egyedül fogalmazott meg egy fontos, szimmetriára vonatkozó elvet, majd összefüggést állított fel a ferromágneses és a paramágneses viselkedés közötti átalakulás leírására (az átalakulás hőmérsékletét Curie-hőmérsékletnek nevezik).

Ennek ellenére, amikor Marie-val találkozott, nem volt még híres tudós, és a Francia Tudományos Akadémia tagságát sem nyerte meg el. Nem publikált sokat; nem törődött azzal, hogy ő fedezett-e fel valamit először; nem érdekelt az elismerés és a hírnév. Korai munkáit jórészt Marie Curie írásaiból ismerjük.¹ Marie kezdte el tanulmányozni a radioaktivitást (ő is nevezte el a jelenséget); Pierre csak akkor kapcsolódott be a munkába, amikor felismerte a fontosságát. Végül a radioaktivitás közös kutatása hozta el *Pierre-nek* is az elismerést. A sikeres közös munka miatt jórészt abbahagyta a mágnesség és a kristályok addigi vizsgálatát. Marie-nak tehát döntő szerepe volt abban, hogy Pierre híresebb tudós lett, mint amilyen nélküle lett volna.

Közös munkájuk sikere abban rejlett, hogy remekül kiegészítették egymást. Pierre visszahúzó, töprengő ember volt; időbe telt, amíg megfogalmazta a gondolatait, következtetéseit. Paul Langevin, a híres francia fizikus mondta, hogy Pierre Curie sohasem jött hirtelen lázba egy elmélettől, és mindössze egyszer cselekedett gyorsan: amikor elhatározta, hogy elveszi Marie-t. Az életrajzíró Helena Pycior szerint Pierre „familiáris” tudós volt.² A magányos tudóstól eltérően akkor lendült formába, amikor együttműködött valakivel, és szerette, ha a rokonai közül kerül ki a munkatársa. Először a bátyja, Jacques volt a kollégája, aki szintén nem törődött az eredmények publikálásával. Nem sokkal azután, hogy Jacques elutazott Párizsból, Pierre találkozott Marie-val, és felismerte benne a tökéletes társat – a magánéletben és a kutatásban egyaránt. Marie életre tudta kelteni Pierre-ben a sikeres tudóst. Épp az ellentéte volt: gyorsan járt az esze; azt sem bánta, ha rossz következtetésekkel áll elő; és fontosnak tartotta, hogy értékeljék a munkáját. A siker titka a két ember tulajdonságainak találkozása volt.

Amikor híres tudósok fiatal munkatársainak jelennek meg az eredményei, gyakran előfordul kódósítás: a felfedezést szeretik az idősebbnek tulajdonítani. Ezt a jelenséget „Máté-effektus”-nak nevezték el,³ Máté evangéliumára utalva: „Mert a kinek van, annak adatik, és bővülködik; de a kinek nincs, az is elvétetik tőle, a mije van” (*Máté 13,12*). A férfi-nő együttműködéseket szintén gyakran kíséri ez az jelenség – a tudomány sem kivétel. Margaret Rossiter azt javasolta, hogy ilyenkor használjuk inkább a „Matilda-

effektus” elnevezést.⁴ A Curie házaspár esetében általában Pierre-t tekintik a „gondolkodó”-nak – valóban nagy gondolkodó volt. De hogyan jellemezhetnénk Marie-t? Ha Pierre volt a gondolkodó, Marie lehetett az, aki „megcsinálta”. Ez a leírás összecseng a világhírű fizikus, Telegdi Bálint véleményével: „[Marie] nagy tudós volt. Nem volt nagy koponya, de nagy tudós volt. A férje nagy tudós és nagy koponya volt. [Marie] attól lett nagy tudós, amit csinált...”⁵

A Curie házaspár lánya, Irène „gondolkodó-cselekvő”-nek nevezte édesanyját, aki „hajlamos az azonnali cselekvésre, még a kutatásban is”, míg édesapja „kiváló kísérletező, [...] egyszersmind gondolkodó”⁶ volt. Marie azt a fényképet szerette a legjobban, ahol Pierre előre néz, és fejét a kezére támasztja. Talán barátjuk, Auguste Rodin híres szobrára, „A gondolkodó”-ra asszociált.⁷ Marie még modellt is ült egy képhez, amelyen szintén a kezére támasztja a fejét, ahogy Rodin alakja a szobron és Pierre a fotón.⁸

Ha a 19. század fordulójának tudományos világát történelmi kontextusba helyezzük, meg is lepődhetünk kicsit, hogy Marie rögtön a kezdettől fogva megkapta a megérdemelt elismerést. Ez annak is köszönhető, hogy Pierre és Marie – valószínűleg Marie előrelátása miatt – nagyon gondosan fogalmazta meg a tudományos dolgozatokat. Mindig közölték, hogy ki mit csinált, és Marie önállóan is megjelentetett cikkeket, amelyeken csak az ő neve szerepelt. Ezért egyszerűen nem feledkezhettek meg róla, amikor felmerült a Nobel-díj. Nobel-előadásában Pierre Curie ki is emelte Marie eredményeit: „Mme Curie megmutatta”, „Mme Curie megvizsgálta” vagy „Mme Curie ezután feltételezte, hogy...” Amikor együttes munkájukról beszélt, így fogalmazott: „Mme Curie és én...”⁹

1903-as közös Nobel-díjuk története önmagában is érdekes. A Nobel-szabályok szerint az iratokba be lehet tekinteni a díj után ötven évvel (de a tanácskozások anyagába még akkor sem, azokról jegyzőkönyv sem készül), így a Curie házaspárról szóló feljegyzések már olvashatók egy ideje. Úgy tűnik, az 1903-as fizikai díjra egyedül Pierre-t jelölték. A díjat odaítélő Svéd Királyi Tudományos Akadémia egyik tagja, Gösta Mittag Leffler matematikus levélben tájékoztatta Pierre-t a történekről.¹⁰ Mittag Leffler kétségtelenül markáns személyiség volt, és alkalomadtán beavatkozott a Nobel-díjak ügyébe. A franciákat is nagyon kedvelte. Mittag Leffler tehát 1903-ban írt Pierre-nek. Pierre azt válaszolta, hogy Marie munkája lényegbevágó. Marie-t 1902-ben már jelölte a díjra a Svéd Királyi Tudományos Akadémia egyik külső, francia tagja. Ezt a tudóst a következő évben is felkérték, hogy jelöljön az 1903-as díjra, de ekkor nem tudta benyújtani

* *Matilda* Joslyn Gage (1826–1898) amerikai nőjogi aktivista volt. Ő figyelt fel először arra, hogy a nők teljesítményét gyakran férfi kollégáiknak tulajdonítják.

a jelölését. Ezután arra hivatkoztak, hogy ez a külső tag még mindig azt akarhatta, hogy Marie-nak ítéljék a díjat (hivatalos jelölés nélkül senki sem kaphatja meg a Nobel-díjat). Az, hogy ki mit akarhat, általában nem felel meg a jelölés szigorú szabályainak, de a díjat odaítélő testületek időnként hajlamosak némi rugalmasságra, és Marie Curie-t bevették a díjazottak közé.

Az 1911-es kémiai díjra Marie két jelölést kapott. Az egyiket Franciaországból, a másikat a svéd Svante Arrheniustól. Marie-t értesítették, hogy megkapja a díjat, de amikor fény derült Paul Langevinnel folytatott kapcsolatára, az Akadémia felkérte Arrheniust, hogy írjon Marie-nak, és kérje meg, ne menjen el decemberben Stockholmba az ünnepélyes díjátadóra. Marie azt válaszolta, hogy ő bizony elmegy, mert véleménye szerint a tudományos munkájáért és nem a magánéletéért adták a díjat. Irène-nel együtt részt is vett a stockholmi ünnepségeken. Az északi nőjogi szervezetek üdvözölték, hogy Marie Curie kiállt magáért.¹¹



Irène és Frédéric Joliot-Curie a laboratóriumukban
(a Cincinnati Egyetem Oesper Kémiatörténeti Gyűjteményeinek szívésségéből)

A Curie házaspár idősebb lánya, Irène olyan világban nőtt fel, ahol a család mellett a tudomány volt a legfontosabb. 1897-ben született; Marie és Pierre a következő évben fedezte fel a rádiumot. Eugène Curie, Pierre édesapja nem sokkal Irène születése után hozzájuk költözött; lényegében ő nevelte fel a kislányt. Amikor Pierre és Marie Curie elnyerte a Nobel-díjat, Irène hatéves volt. Szülei mellett ő is az érdeklődés középpontjába került. Tinédzserkorában tört ki az

első világháború. Édesanyjával együtt ment a frontra, ahol röntgenberendezésekkel segítették a sebesültek orvosi vizsgálatát.

Irène számára nem volt kérdés a pályaválasztás; természetesnek tartotta, hogy szülei nyomdokába lép. Édesapja halála után még közelebb került édesanyjához. Irène-nek természetesen könnyebb utat kellett megtennie a tudományhoz és az elismeréshez, mint Marie-nak; ő már a családi hagyományt követte. Az első világháború után rendes fizetésért dolgozott édesanyjánál, a Rádium Intézetben. Itt találkozott későbbi férjével, Frédéric Joliot-val. 1926-ban házasodtak össze, Marie ekkor lakást vett nekik.

Néhány év múlva Irène és Frédéric közös munkába kezdett. Ez csak néhány évig tartott, de a házaspár ekkor fedezte fel a mesterséges radioaktivitást. Alumíniumot bombáztak alfa-részecskékkal, és megfigyelték, hogy a részecskeforrás eltávolításakor a neutronkibocsátás csökken, de a pozitronkibocsátás folytatódik. Rájöttek, hogy amikor az alumíniumot alfa-részecskékkal bombázták, radioaktív foszfort állítottak elő, amely szilíciumra és pozitronra bomlott. 1935-ben együtt kapták meg a kémiai Nobel-díjat.

A család első és második generációjának tudós házaspárjai között jelentős hasonlóságokat, de különbségeket is találunk. Pierre és Frédéric egyaránt kitért a kísérleti berendezések konstruálásában. Ugyanakkor a fiatalok közül Frédéric szerepelt többet nyilvánosan, Irène inkább visszahúzódott.

Irène és Frédéric pályafutása alatt többször is előfordult, hogy elmulasztottak egy fontos felfedezést, amelyre pedig minden esélyük meglett volna a kísérleteik alapján. Ez nem csökkenti a mesterséges radioaktivitás felfedezéséhez vezető nagyszerű munkájuk jelentőségét – inkább hihetetlen kreativitásukat mutatja. Az elmulasztott felfedezések közül most csak egyet említünk, talán a legizgalmasabbat. Irène és csoportja 1938-ban – minden jel szerint – maghasadásnak lehetett tanúja, de Irène nem ismerte fel. Ekkor, a Nobel-díj után, Irène és Frédéric már nem dolgozott együtt. Lányuk, Hélène Langevin-Joliot, aki szintén neves fizikus, hallotta, amikor a szülei ezt mondták: „Ha együtt dolgoztunk volna, talán felfedeztük volna a maghasadást!”¹²

Az a kutatói periódusuk bizonyult a legtermékenyebbnek, amikor együtt dolgoztak. Közös munkájuk nagyon szokatlanul indult – gyökeresen eltértek a tudós házaspárok bevett módszerétől. Először Irène tartotta a kezében az irányítást, ami a külvilág számára is nyilvánvaló volt. Frédéricnek be kellett bizonyítania, hogy egyenrangú partner a kutatásban. Irène és Frédéric – különböző időszakokban – közszereplést is vállalt. Frédéric elkötelezett kommunista volt, szovjetbarát, és aktívan részt vett a politikai életben. Jónak látta, ha felveszi a Curie nevet is, és Frédéric Joliot-Curie néven vált ismertté. Irène ötvennyolc éves korában halt meg a sugárzás káros hatásai miatt – csakúgy, mint édesanyja.

James Chadwick, a neutron Nobel-díjas felfedezője Irène-ről írt megemlékezésében tisztelettel adózott Irène-nek és Frédéricnek: „...a férj és feleség tudományos együttműködésében megnyilvánuló zsenialitás még [Irène] szüleiével is vetekedett.”¹³

Irène és Frédéric Curie két gyereket nevelt fel: Hélène-t és Pierre Joliot-t. Mindketten kutatók lettek; Hélène magfizikus, Pierre Joliot biofizikus. Hélène Michel Langevinnel, Paul Langevin unokájával kötött házasságot. Említésre érdemes, hogy eddig három Curie lett a Francia Tudományos Akadémia (Académie des Sciences) tagja: Pierre Curie, Frédéric Joliot-Curie és Pierre Joliot. A család hasonlóan sikeres női tagjai közül egy sem kapta meg ezt az elismerést: sem Marie Curie, sem Irène, sem Hélène Langevin-Joliot. Marie-t és Irène-t javasolták ugyan, de nem választották meg őket. A Francia Tudományos Akadémiába 1962-ben fogadtak be először nőt – Marie egyik tanítványát, Marguerite Catherine Perey-t, aki 1939-ben felfedezte a francium nevű elemet.

GERTY ÉS CARL CORI

Biokémikusok



Gerty és Carl Cori 1946 körül laboratóriumukban, a Washington Egyetemen, St. Louis, Missouri állam (a Cincinnati Egyetem Oesper Kémia-történeti Gyűjteményeinek szívésségéből)

„Szeretném kifejezni mély hálámát azért a kivételes megtiszteltetésért, amelyben a Nobel-díj odaítélése részesít. [...] Nagy meglepéssel tölt el, hogy feleségem is elnyerte a díjat. Közös munkánk harminc évvel ezelőtt kezdődött, amikor még a Prágai Egyetem orvosai voltunk, s azóta is tart. Munkánk többnyire kiegészíti egymást, és egyedül egyikünk sem lett volna képes arra, amit együtt értünk el.”¹ Carl Cori rövid beszédéből idéztem, amelyet a Nobel-díj átadási ünnepségét követő díszvacsorán mondott 1947-ben. A Cori házaspárt a glikogén katalitikus átalakításának feltárásáért tüntették ki.*

Gerty Cori 1896-ban született – Gerty Theresa Radnitz néven – egy prágai zsidó család gyermekeként (Prága akkor az Osztrák–Magyar Monarchiához tartozott). Gerty orvosegyetemre járt – ott ismerkedett meg diáktársával, Carl Corival. Mindkettőjüket érdekelt a biokémia, és rögtön közös kutatásba fogtak. Eredményeiről cikket is írtak – számos közös tudományos publikációjuk sorában ez volt az első. 1920-ban házasodtak össze; egyetlen fiuk 1936-ban született.

* A harmadik kitüntetett, Bernardo Alberto Houssay más felfedezésért kapta meg a díjat.

Mivel Gerty zsidó volt, a növekvő közép-európai antiszemitizmus miatt az emigrálás mellett döntöttek. Korábbi munkatársuk, az 1959-ben Nobel-díjjal kitüntetett Arthur Kornberg így vélekedett: „Megértem, hogy az antiszemitizmus traumája mindkettőjüket Európa elhagyására készítette 1920–21-ben; Carl meg volt róla győződve, hogy Gerty nem juthat előre a kutatói pályán Európában azokban a zűrzavaros időkben.”² 1922-ben Carl állást kapott a buffalói Roswell Park-i Rákintézetben. Körülbelül fél évbe telt, amíg Gerty ugyanott segédpatológusi kinevezést szerzett. Munkájuk mellett azt kutathattak, amit akartak – és ők boldogan éltek a lehetőséggel. Az ott töltött kilenc év alatt sokat publikáltak; a dolgozatok többségét együtt írták, felváltva szerepeltek első szerzőként. Ebben az intézetben kezdték el azt a kutatást, amely végül Nobel-díjukhoz vezetett.

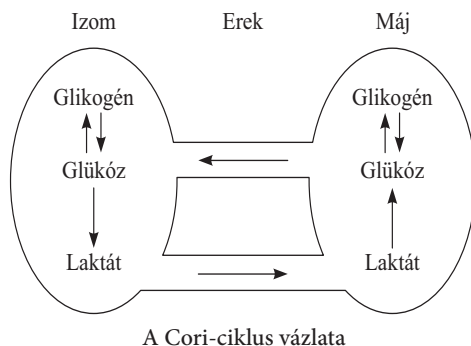
Már akkor nyilvánvaló volt, hogy kiegészítik egymást. A kiemelkedő tudós, Mildred Cohn, számos tanítványuk egyike szerint „ebben egészen különlegesek voltak. Ha Carl elkezdett egy mondatot, Gerty befejezte. Tökéletesen kiegészítették egymást. Nagyon különbözött a személyiségük, Carl tartózkodó volt, Gerty rettentő eleven; Gerty szerette a társaságot, Carl nem, de kiválóan ítélte meg az embereket. Megengedték, hogy elolvassam a Nobel-beszédüket, mielőtt elmondták volna: hallani akarták az észrevételeimet. (Carl írta az egyik felét, Gerty a másikat.) Megmutattam a férjemnek, aki pontosan megmondta, hol hagyta abba az egyik, és hol kezdte a másik.”³

Ahogy híresebbek lettek, de még évekkel a Nobel-díj előtt, Carl Cori remek állásajánlatokat kapott, de egyik sem teremtett munkalehetőséget Gertynek – ez megfelelt az akkori idők nepotizmusellenes intézkedéseinek. A Rochesteri Egyetem például kikötötte, hogy Carl Cori csak akkor kapja meg az állást, ha nem dolgozik többé együtt a feleségével. Amikor erre nem volt hajlandó, Gerty tudomására hozták, hogy egy amerikai férfinak nem illik a feleségével dolgoznia, és ha Gerty mégis ragaszkodik ehhez, tönkreteszi a férje karrierjét.⁴

Végül a Washington Egyetemtől (St. Louis, Missouri állam) kaptak ajánlatot: ez, mivel magánegyetem volt, nem követte a nepotizmusellenes szabályokat. Carl Cori a farmakológiai tanszék tanszékvezető egyetemi tanára lett, Gerty Cori pedig tudományos munkatárs. 1946-ban, a tudományos munkatársi beosztásban eltöltött tizenöt év után és egy évvel a Nobel-díjuk előtt lett csak egyetemi tanár – akkor, amikor Carl Cori az új biokémiai tanszék élére került. A Washington Egyetemen mindvégig folytatták a közös munkát, és jelentős eredményeket értek el.

Kezdetől fogva azt akarták megérteni, hogyan keletkezik és hogyan jut el egyik helyről a másikra az emberi szervezet energiája. Vagyis meg akarták tudni, hogyan kerül a szervezetben tárolt cukor az izomba, és hogyan alakul át a mozgáshoz szükséges energiává; ezt a folyamatot szénhidrát-anyagcserének

nevezik. Számtalan kísérletet végeztek, mire rájöttek, mi történik valójában. A cukrot (glükózt) a szervezet a glikogén nevű poliszacharid formájában tárolja a májsejtekben és az izomban is. Amikor mozgunk, az izomban levő glikogén lebomlik, és a szükséges cukron kívül laktát is keletkezik, amely az izomból a véráramba kerül. A vér a laktátot elszállítja a májhoz, ahol glükózzá alakul át, amely vagy a májban tárolódik glikogén formájában, vagy visszakerül az izomba. A Cori házaspár az eseménysorozatot „szénhidrát-ciklus”-nak nevezte el, de ma már „Cori-ciklus” néven ismert.



Az 1930-as évek végén a Cori házaspár enzimológiai kutatásokba fogott. Felismerték és izolálták a foszforiláz nevű enzimet, amely elindítja a glikogén glükózzá bomlását; a reakciók más enzimeit is előállították. A svéd akadémikus, Hugo Theorell mondta díjátadó beszédében az 1947-es Nobel-ünnepségeken: „A kémikus számára a szintézis bizonyítja véglegesen egy anyag felépítését. Cori professzor és dr. Cori azt az ámulatba ejtő mutatványt vitte végbe, hogy glikogént szintetizált egy kémcsőben annak a számos enzimnek a segítségével, amelyet tiszta állapotban előállított, és amelynek a működését feltárta. Ezt a szintézist nem lehetne megvalósítani kizárólag szerves kémiai módszerekkel. [...] A Cori-enzimek azért tették lehetővé a szintézist, mert kedveznek bizonyos kapcsolódási módoknak.”⁵

A St. Louisban működő Cori-laboratórium az egyik legfontosabb enzimológiai központtá vált. Szerinte a világból érkeztek hozzájuk tehetséges kutatók, hogy ott dolgozzanak egy ideig. A Cori házaspáron kívül hat munkatársuk kapott Nobel-díjat. Arthur Kornberg azt mesélte: „Kevés olyan laboratórium volt [akkor] az Egyesült Államokban, amely befogadta a zsidókat és más menekülteket: Carl Corié St. Louisban, Hans Clarké a Columbián és talán még néhány. Carl Cori, egyik példaképem adott helyet [Severo] Ochoának, Herman Kalckarnak, Luis Leloirnak és sok más kutatónak.”⁶

1947-ben Gerty Corinál gyógyíthatatlan betegséget állapítottak meg, a vérszegénység egy sajátos fajtáját, amely tíz év múlva a halálát okozta. Élete során számos diszkriminációt kellett eltűrnie. Bár a „két Cori” pályája első percétől kezdve együtt dolgozott és publikált, évtizedekig kizárólag Carl Corit ismerték el. Sok kitüntetést egyedül ő kapott meg; például már 1940-ben az Amerikai Tudományos Akadémia tagja lett, míg Gerty csak a Nobel-díj után, 1948-ban. A következő történet azt érzékelteti, hogy mennyire bánthatta Gertyt, amiért „másodosztályú kutató”-nak minősítették. A Washington Egyetem dékánja egyszer megkérte Gertyt, írjon beszámolót a munkájukról, amelyet a Rockefeller Alapítványhoz benyújtott pályázathoz akartak csatolni. Ebben a beszámolóban Gerty a „Cori házaspár” munkájáról írt, és arról, hogy „ők” mit fedeztek fel. A dékán változtatás nélkül elküldte a beszámolót, de a Rockefeller Alapítványnál valaki belenyúlt: a „Cori házaspár” helyett „Dr. Cori”-t, az „ők” helyett „ő”-t írt.⁷⁷

Osamu Hayaishi, az Oszakai Egyetem neves tudósa szerint:

Nemcsak nagy tudósok, hanem nagy emberek is voltak. Sokat segítettek nekem – talán még éltek bennük azok a tapasztalatok, amelyeket fiatal európai bevándorlókként szereztek. [...] A Cori házaspár széles látókörű volt, Carl pedig remek vezető, de nem lett volna sikeres Gerty nélkül, aki nemcsak kutatói, hanem kísérletezői képességével is kitűnt. Hírneve miatt Carlnak mindig rengeteg dolga akadt, de Gerty rendületlenül folytatta a kísérleteket. Soha nem sajnálta az időt arra, hogy válaszoljon a kérdéseimre. Ha Carllal kellett beszélnem, Gerty mindig megszervezte a találkozást. Nagyszerű társak voltak.⁸

BANGA ILONA ÉS BALÓ JÓZSEF

Biokémikus és orvosbiológus



Baló József, Baló Mátyás és Banga Ilona 1954-ben Budapesten
(Baló Mátyás, Budapest, szívességéből)

Banga Ilonának 1952-ben megtáviratozták a Parlamentből, hogy Kossuth-díjjal tüntették ki. Amikor azonban megtudta, hogy csak egyedül neki jár az elismerés, és férjének – kutatótársának – nem, nem fogadta el a díjat. Férjét valószínűleg tévedésből hagyták ki a díjazottak közül, de a hatóságok nem akarták elismerni a hibát, inkább arra figyelmeztették Banga Ilonát, hogy cselekedetét ellenségesnek fogják minősíteni, ami megtorlást vonhat maga után (a történet a Rákosi-korszakból való). Ilona azt felelte, hogy együtt dolgoztak, és az eredményeik nem választhatók szét. Sztálin halála, 1953 után kicsit enyhült a diktatúra, és korrigálták a tévedést: 1955-ben Banga Ilona férjével, Baló Józseffel együtt Kossuth-díjat kapott az elasztin és az elasztáz enzim felfedezéséért (lásd később).

Baló József (1895–1979) orvos széles körű bakteriológiai, immunológiai és parazitológiai kutatásokat folytatott. Felfedezett egy betegséget, az agy egyik ritka, kóros elváltozását, amelyet ma Baló-féle betegségnek neveznek. 1940-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1948-ban rendes tagja lett. 1949-ben azonban – az Akadémia sok más tagjával együtt – tanácsadóvá fokozták le; ez annak az általános tagrevízióknak volt a következménye, amelyet a kommunista

hatalomátvétel után hajtottak végre az Akadémián. Később, az 1989–1990-es rendszerváltáskor a lefokozott tagok többségének tagságát visszaállították – sajnos, gyakran már csak a haláluk után. Ritka kivételként Baló Józsefet 1956-ban újra beválasztották az Akadémiába. Felesége sohasem nyerte el a Magyar Tudományos Akadémia tagságát.

Banga Ilona 1906-ban született Hódmezővásárhelyen. Orvos akart lenni, de édesanyja féltette ettől a pályától, ezért Ilona úgy döntött, hogy akkor kémiát tanul.¹ Szegeden – szülővárosa közelében – kezdte meg tanulmányait, amelyeket a Bécsi Egyetemen folytatott és a Debreceni Egyetemen fejezett be. 1929-ben szerzett vegyészdiplomát.



Banga Ilona fiataalkori képe, 1927
(Baló Mátyás szívességéből)

Szent-Györgyi Albert, a későbbi Nobel-díjas asszisztenseként kezdte meg pályáját a szegedi egyetem Orvosi Vegytani Intézetében. Ő volt Szent-Györgyi Albert első és egyik legsikeresebb munkatársa. Körülbelül tizenöt évig dolgoztak együtt, huszonöt közös cikkük jelent meg, sokuk tekintélyes külföldi lapokban. Ilona kivette a részét azokból a Szent-Györgyi-kutatásokból, amelyek az 1937-es élettani vagy orvosi Nobel-díjhoz vezettek. Két, egymással kapcsolatban álló kérdést vizsgáltak. Az egyik az izomszövet légzése volt: megállapították, hogy a fumársav fontos szerepet tölt be a biológiai égési folyamatban. A másik kutatásban a C-vitamin szerepét tanulmányozták, és megmutatták, hogyan nyerhető ki sok C-vitamin a magyar paprikából. A nagy mennyiségű C-vitamin előállítását leíró cikket csak két szerző jegyezte: Szent-Györgyi Albert és Banga Ilona.²



Szent-Györgyi Albert és Banga Ilona az 1930-as, 1940-es években a szegedi egyetemen (Banga Ilona fiának, Baló Józsefnek a szívességéből)

Szent-Györgyi tele volt ötletekkel, és kiváló kísérleti embert talált Ilona – vagy ahogy ő hívta, Iluska – személyében. Ilona odaadóan dolgozott; invenciózus kísérleteit aprólékos gondnal hajtotta végre. Sok párhuzamos kísérletet állított be, hogy meggyőződjön az eredmények reprodukálhatóságáról. A munka bonyolult és gyakran unalmas volt. Például elegendő mennyiségű C-vitamin előállításához körülbelül egy tonna szegedi paprikát kellett felhasználnia. Szent-Györgyi Albert Nobel-díja nemzetközi érdeklődést keltett, és felhívta a figyelmet a szegedi csoportra. Kollégái, Ilonával együtt, külföldi meghívásokat kaptak. Ilona járt Liège-ben, Belgiumban és Oxfordban, Angliában. Oxfordban egy másik leendő Nobel-díjassal, Severo Ochoával dolgozott együtt: a B1-vitamin biokémiáját tanulmányozták.

A Nobel-díj elnyerése után Szent-Györgyi Albert válaszüthöz érkezett; el kellett döntenie, hogy rangos tudománypolitikus legyen-e, vagy a kutatásait folytassa. Az utóbbit választotta, és új területre tért át, az izom vizsgálatára. A váltást Engelhardt és Ljubimova dolgozata katalizálta, amely 1939-ben jelent meg a *Nature*-ben.³ Az orosz szerzők megmutatták, hogy a miozin nevű enzim felelős az izom-összehúzóért. Szerepe nemcsak abban merül ki, hogy felhasítja az adenzin-trifoszfátot (ATP-t), és így energiát szabadít fel, hanem a folyamatot is serkenti. Ezek a megállapítások újabb felfedezések reményével kecsegtettek.

Szent-Györgyi felismerte, hogy a miozin és az ATP közötti kölcsönhatás fel-tárása elvezethet az izom-összehúzódás folyamatainak megértéséhez. Először Banga Ilonával együtt megismételte az Engelhardt–Ljubimova-kísérletet. Ebben a kutatásban sokáig Ilona volt Szent-Györgyi legfontosabb partnere.

A szegedi laboratóriumban kezdetleges kísérleti eszközökkel dolgoztak, de a munkatársak elkötelezettsége többet ért a drága berendezéseknél. Miozinszála-
kat állítottak elő, ezeket sóoldatban felfüggesztették, majd ATP-t adtak hozzájuk – és a szálak hirtelen eredeti méretük harmadára zsugorodtak. Lélegzetelállító pillanat volt: életszerű mozgás indult meg egy lombikban. Szent-Györgyi Albert később így emlékezett: „...életem során talán az volt a legizgalmasabb, amikor először láttam, hogy többé-kevésbé ismert anyagok mozognak az edényben.”⁴

A kísérleteket Ilona hajtotta végre: először mindig finomra darált nyúlizmot helyezett sóoldatba, aztán egy idő múlva kivonta belőle a miozint. Egyszer késő este már nem maradt ideje a miozin kivonására, és a darált izom a sóoldatban maradt éjszakára. Másnap reggel csodálkozva látta, hogy mi történt az edényben. A miozin rendszerint vékony, könnyen folyó réteg formájában jelent meg, most azonban vastag, viszkózus, gélszerű anyagnak látszott. Azonnal tudták, hogy valami fontosra bukkantak. Elemezték az új anyagot, ami szintén miozin-nak bizonyult, de különbözött a korábban ismert, könnyen folyó rétegtől. Idővel megállapították, hogy ha ATP-t adtak ehhez az „új” miozinhoz, amelyet B miozinnak neveztek (az eredetit pedig A miozinnak), a „régí”, vékony miozinná alakult át.

Ez fordulópontot jelentett a munkájukban. Szent-Györgyi Albert úgy hatá-rozott, hogy a kutatást egy másik kollégájának, Straub F. Brunónak (1914–1996) „adja”. Szent-Györgyi volt a professzor, ő döntötte el, kinek mi a dolga a labora-tóriumában. Straub F. Brunó megállapította, hogy a B miozin másik fehérjét is tartalmaz az A miozin mellett, amelyet aktinnak neveztek el. A B miozin ezután az aktomiozin nevet kapta, a „régí” miozin pedig egyszerűen megtartotta a miozin nevet.

Nem szabad elfelejtenünk, hogy ezek a kutatások a második világháború alatt folytak Szegeden. Szent-Györgyi tudta, hogy háborús körülmények között is publikálniuk kell az eredményeiket. Bár a nyugati folyóiratokat továbbra is megkapták – a Rockefeller Alapítvány jóvoltából –, ezekben nem közölhették a dolgozataikat. Ezért a szegedi egyetem periodikájában jelentették meg az ered-ményeket, angolul.⁵ Furcsa, hogy Szent-Györgyi nem tüntette fel Banga Ilonát a szerzők között abban a két cikkben, amelyben pedig szerepeltek a kísérletei.

Sokan úgy gondolják, Szent-Györgyi Albert legnagyobb tudományos ered-ményei az izmok tanulmányozásából születtek. 1954-ben a Lasker Alapítvány neki ítélte az Albert Lasker orvosi kutatási díjat, amelynek indoklásában külön

kiemelték az aktomiozin felfedezését. A Lasker Alapítvány azzal büszkélkedik, hogy kitüntetettjei gyakran elnyerik a Nobel-díjat, és ritkán ismer el olyan tudósokat, akik már megkapták a Nobel-díjat. Szent-Györgyi kitüntetése a néhány kivétel egyike, őt azonban az izomkutatásért részesítették a Lasker-díjban, tehát nem azért az eredményért, amelyért korábban Nobel-díjat kapott.

Az izom-összehúzódást okozó fehérjék felfedezésének történetét többen is elemezték.⁶ Miért adta Szent-Györgyi Albert hirtelen Straub F. Brunónak azt a kísérletet, amelyben Banga Ilona korábban sikereket ért el? Ilona fia, Baló Mátyás – ismert bőrgyógyász – szerint Straub éppen akkor tért haza Cambridge-ből, ahol új módszereket tanult, és Szent-Györgyi azt remélte, hogy ezekkel könnyebben felderítik, mi ez az új anyag. Szent-Györgyi korábban Straub F. Brunó szerepét hangsúlyozta ezekben a felfedezésekben, de 1973-ban már más-képp értékelhette a munkáját, mert magyarországi látogatása során kijelentette: az ő vezetése alatt Banga Ilona fedezte fel az aktint és az aktomiozint.

Straub F. Brunó és Banga Ilona nagyon eltérő pályát futott be a háború utáni Magyarországon. Straub F. Brunó magas pozíciókat töltött be; beválasztották a Tudományos Akadémiába, amelynek alelnöke lett. A szocialista rendszer utolsó szakaszában még az Elnöki Tanács elnökének is kinevezték. Banga Ilona elismert kutató maradt. Úgy tűnik, Straub F. Brunó nem tett lépéseket, hogy őt vagy akár más régi kollégáit előléptessék, kitüntessék.

Banga Ilona nemcsak kiemelkedő kutató, hanem bátor asszony és hazafi is volt. A második világháború vége felé, amikor Németország megszállta Magyarországot, Szent-Györgyi bujkált a Gestapo elől, amely náciellenes tevékenysége miatt el akarta őt fogni. Ilona ügyesen mentette meg az Orvosi Vegytani Intézet berendezéseit. Az intézet ajtaján magyar, német és orosz hirdetményben figyelmeztetett arra, hogy fertőző anyagokkal kísérletezzenek. Azt is megjelölte, milyen időpontokban fogadják az anyagokat. Ez a távozó német és az érkező szovjet csapatokat, és a magyar tolvajokat is távol tartotta.

Banga Ilona 1945-ben kötött házasságot Baló Józseffel Szegeden. Amikor Szent-Györgyi Albert Budapesten folytatta munkáját, Ilona követte őt, és az orvosegyetem patológiai intézetében kutatott tovább, az öregedés biokémiai folyamatait tanulmányozta. Innen ment nyugdíjba 1970-ben. 1947-ben Szent-Györgyi elhagyta Magyarországot; munkatársainak külföldi állásokat keresett, de Ilona azok közé tartozott, akik itthon maradtak.

Az I. sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézet kémiai laboratóriumának vezetője lett. Férjével egy számára új kutatási területen dolgozott együtt: az érlelmeszedést tanulmányozták. Meg akarták érteni, mitől károsodnak az érfalak rostjai. Feltételezték, hogy maga a szervezet termeli a károsodást kiváltó anyagot. Hosszú, lelkiismeretes kísérletezés után Ilona arra a következtetésre jutott,

hogy a hasnyálmirigyben képződő egyik enzim a tettes; elasztáznak nevezték el a vegyületet. Nagyon fontos felfedezést tettek, de ez akkora újdonságnak számított, hogy sok szakember kételkedett benne. Ismét hosszú kísérletek következtek, míg végül Ilona kristályos formában is előállította az elasztázt,⁷ ami minden kétkedőt meggyőzött. Ez volt a harmadik nagy kutatási terület, amelyen Banga Ilona kivételes eredményeket ért el – ezúttal a férjével együtt.

Banga Ilona 1998-ban halt meg. Sok kollégája és követője érzi úgy, hogy nagyszerű teljesítménye miatt jobban el kellett volna őt ismerni, bár az elismerés nem maradt el teljesen. 1940-ben Banga Ilona lett a szegedi egyetem első női magántanára. 1950-ben elnyerte a tudományok doktora fokozatot, ami a professzori kinevezés előfeltétele, de sohasem lett professzor. 1986-ban ő kapta meg először a Szegedi Orvostudományi Egyetem Szent-Györgyi Albert-émlékérmét.

Két könyvet írt, az egyiket angolul, *Structure and Function of Elastin and Collagen*⁸ (Az elasztin és a kollagén szerkezete és funkciója) a címe. 1962-ben a Leopoldina Akadémia (Halle, Kelet-Németország) tagjává választották. Boldog ember volt; fiatalkorától azzal foglalkozott, amit a legjobban szeretett: nagy erőfeszítést kívánó kutatásokon dolgozott, és a munka jutalma sem maradt el – jelentős felfedezései születtek. Többször hangoztatta: „A kutatás az én életigényem, ami megtart és kitölti az életemet.”⁹

RITA ÉS JOHN W. CORNFORTH

Kémikusok



John és Rita Cornforth 1997-ben a kertjükben, Lewes-ben, East Sussex, Egyesült Királyság
(Hargittai István felvétele)

John W. Cornforth (1917–2013) az 1975-ös kémiai Nobel-díj felét nyerte el az enzimkatalizált reakciók sztereokémiájának tanulmányozásáért.* Kutatói pályafutása együtt indult Rita Harradence-ével, Sydney-ben, Ausztráliában. Később, Oxfordban „közös munkánk továbbra is folytatódott, és végül Kappa** lett a főnököm.¹” Egész életükben együtt dolgoztak; Rita cikkeinek körülbelül háromnegyedét Johnnal írta. Senki sem kérdőjelezte meg a Nobel Bizottság döntését – de jó érzéssel olvassuk, amit John mondott a Nobel-előadásában: „...feleségem, Rita Cornforth türelemmel és nagy hozzáértéssel hajtotta végre azoknak a kémiai szintéziseknek a többségét, amelyek megalapozták a munka sikerét. Szavakba sem tudom foglalni, mennyit köszönhetek neki ezért és minden más segítségével.”²

Rita Harradence (1915–2012) Sydney-ben született, Ausztráliában. Szülei mindketten Angliából származtak: nagyszülei az 1880-as évek elején vándorol-

* A díj másik felét Vladimir Prelog kapta.

** Kappa John Cornforth beceneve volt sydney-i egyetemista kora óta, mert nevének kezdőbetűit szerette „görögösen” bekarcolni az üvegedényeibe, és a JWC-hez az $\iota\omega\kappa$ állt legközelebb.

tak Ausztráliába. Édesapja ács volt, édesanyja varrónőként dolgozott egy sydney-i áruházban, amíg férjhez nem ment.

Az iskolában Rita mindig osztályelső volt. Középiskolai éve alatt beleszeretett a matematikába. A kémia csak a középiskola vége felé jelent meg külön tárgyként, és Rita akkor nagyon jó tanárhoz került. A középiskola elkezdése előtt még csak nem is hallott az egyetemről. A záróvizsgán kitűnően szerepelt kémiából és matematikából; New South Wales államban ő lett a legjobb kémiából, és a lányok között a legjobb matematikából. Ezért tizenhét éves korában automatikusan felvették a Sydney-i Egyetemre. Tanulmányai közben döntött a szerves kémia mellett; az utolsó évben már kutatott is.

1934-ben, harmadéves korában ismerkedett meg Johnnal; egy évvel fölőtte járt, és két évvel idősebb volt nála. Ekkorra John Cornforth már teljesen megsüketült otoszklerózis miatt; ez az egyre jobban elhatalmasodó betegség tízéves kora körül kezdődött. Rita eltörte egy fontos lombik oldalcsövét, ezért az egyik barátja azt javasolta, forduljon Johnhoz segítségért: ő ért az üvegtechnikához. Megismerkedtek egymással, és kiderült, hogy közös hobbijuk is van, például a geológia és a Kék-hegységbeli barangolás a hosszú hétvégéken. Egymástól függetlenül döntöttek úgy, hogy kémikusok lesznek.

Az MSc fokozat megszerzése után Rita nem tanulhatott tovább Ausztráliában. Szülei nem tudták őt támogatni, így ösztöndíjat kellett szereznie, hogy külföldön folytathassa a tanulmányait. Nagyon kevés külföldi ösztöndíjat hirdettek csak meg; mindössze két „1851 Exhibition Scholarship”-et (1851-es [világ]kiállítási ösztöndíjat) a hat ausztrál egyetem számára. 1938-ban Rita nem mert jelentkezni. A következő évben már mindketten jelentkeztek: mindketten Oxfordba akartak menni Sir Robert Robinsonhoz. John elbeszélése szerint „Robert benne volt a bírálóbizottságban, és biztosan lehengerlően érvelt, mert mind a két ösztöndíjat megszerezte nekünk.”³ Mivel Rita volt az idősebb, őt javasolták első helyen, John pedig másodikként. Később Robert azzal ugratta őket, hogy „ha Cornforthot akartam, Harradence-t is el kellett hoznom”. A sydney-i professzoroktól addigra már értesült John Cornforth nagyszerű képességeiről.

Rita így mesélte el az utazásukat:

Nem volt köztünk szoros kapcsolat, amikor 1939. augusztus 6-án elhagytuk Sydney-t az Orient Line hajózási társaság óceánjáróján, az *Oramán* (ez később csapatszállító hajó lett, és elsüllyedt). Félúton jártunk Colombo és Aden között, amikor kitört a háború. Ezután Afrika felé irányították a hajót. Megkérdeztem Kappát, nem kellene-e visszafordulnunk Capetownból, mert sokan erre az elhatározásra jutottak. Azt válaszolta: „Ugye tudod, hogy vagy most megyünk, vagy soha? Én továbbmegyek.” Így per-

sze én is mentem. Tizenegy és fél hetes tengeri utazás után kötöttünk ki Southamptonban. Az oxfordi tanévkezdést lekéstük.

1941-ben jegyezték el egymást, amikor a doktori disszertációjukon dolgoztak, és még ugyanabban az évben, szeptemberben összeházasodtak. 1946-ig maradtak Oxfordban. John süketsége miatt Robinson elintézte nekik, hogy az Országos Orvoskutató Intézetben (National Institute for Medical Research, NIMR) kapjanak állást, amelyet akkor Charles Harington vezetett. Már Sydneyben is folytattak közös kutatásokat; tanáraikkal együtt két cikket publikáltak szerves szintéziseikről. Oxfordban mindketten a szteroidok szintéziséből írták doktori disszertációjukat.

Rita kutatói pályájának az volt a legkiemelkedőbb szakasza, amikor a koleszterin bioszintézisekor lejátszódó kémiai folyamatok, főként a sztereokémiai aspektusok, a molekulákat alkotó atomok háromdimenziós elrendezésének tisztázásán dolgozott. Ezt a munkát még az oxfordi időkben kezdték el, és az NIMR-ban folytatták. Ekkor született meg a második gyermekük. Rita úgy gondolta, egy darabig nem megy vissza az intézetbe, de Harington „nagyon bátorított; a munkatársak kutatófeleségeinek felajánlották, hogy részmunkaidőben is dolgozhatnak, így 1947-ben visszatértem”. A következő tizenöt évben a laborasztalnál kamatoztatta tudását. Sokféle eljárást kellett használniuk, hogy megtalálják, melyik molekularész reagál egy kémiai folyamatban. Az egyik legfontosabb módszerük az izotópos nyomjelzés volt (egy atom különböző izotópjainak azonos számú protonja van, de neutronjaik száma különböző). A reakciók alatt nyomon követték a jelzett atomok útját, hogy megtudják, mi történik a folyamatok során. Rita sokféleképpen jelölte meg az atomokat – ehhez pedig új szintézisutakat kellett kitalálnia. Azt akarták felderíteni, hogyan képződik a koleszterin a szervezetünkben, és végül sikerült reprodukálniuk azt a tizenégy lépéses folyamatot, amellyel enzimeink felépítenek egy nagy molekulát, a szkvalént – ebből képződik a koleszterin.

John vezette a csoportot, és sok kollégával dolgozott együtt, mégis Rita volt a labor *spiritus rectora*. Ő azonban azt mondta nekem: „Hangsúlyozni szeretném, hogy sem George [a magyar származású George Popják, legfontosabb munkatársuk], sem én nem lettem volna képes erre az izgalmas és nagy erőfeszítést kívánó munkára Kappa zsenialitása és háromdimenziós szemlélete nélkül.”

Találkozásunkkor Rita rendkívül szerénynek, már-már szégyellősnek tűnt. Nem nagyon ismerték el a kémikusi munkáját: csak a Sussexi Egyetem választotta díszdoktorrá, és az Ausztrál Nemzeti Egyetem nevezett el róla egy kutatási ösztöndíjat, amelyet nők nyerhetnek el. Megkérdeztem tőle, hogy szerinte rendszeren értékelik-e az eredményeit. Azt válaszolta: tudós kollégái tisztában van-

nak a teljesítményével, és neki ez a fontos. Soha nem izgatta a hírnév vagy a nyilvánosság.



A Cornforth család 1949-ben a Trafalgar téren, Londonban
(néhai John Cornforth szívességéből)

Nem lehetett könnyű három gyereket felnevelni, rendben tartani az otthonukat és olyan emberpróbáló feladatokon dolgozni, amelyek nagy találékonyságot és aprólékos laboratóriumi munkát követeltek. John sohasem tanult meg szájról olvasni, ezért a fül szerepe is Ritára hárult. Amikor a gyerekek kicsik voltak, dadák vigyáztak rájuk; Rita kétszer is kivett egy évet, időnként pedig részmunkaidőben dolgozott. „Nehéz volt, persze, és amikor már három gyerekről kellett gondoskodnom, néha eszembe jutott: »Még egyszer nem vágnék bele, de most már nem adhatom fel.« Nem voltam szupernő; más, független pályát nem tudtam volna összeegyeztetni a gyerekeveléssel. Csak azért sikerült, mert annyira egyik voltunk a munkában. Könnyebben űztem ki a kémiát a fejből otthon, mint a gyerekeket a laborban.”

JANE M. ÉS DONALD J. CRAM

Kémikusok



Jane és Donald Cram 1995-ben Desert Palm-i otthonukban, Kalifornia állam
(Hargittai István felvétele)

Donald J. Cram (1919–2001) Jean-Marie Lehnnel és Charles J. Pedersennel 1987-ben megosztott kémiai Nobel-díjat kapott a nagy szelektivitású, szerkezet-specifikus kölcsönhatásra képes molekulák előállításáért és alkalmazásáért. Ők mutatták meg, hogyan lehet „lyukas” molekulákat készíteni, amelyek üregei más molekulákat vagy ionokat fogadhatnak be, köthetnek meg. A díjazottak eredményei a szintetikus kémia számos ágának fejlődését segítették elő. Az új területet Donald Cram „gazda-vendég” (host-guest) kémiának, Jean-Marie Lehn „szupramolekuláris kémiá”-nak nevezte el.

Jane Lewis Maxwell (1924–) szerves kémiából szerzett PhD fokozatot az Emori Egyetemen. A South Haadley-i (Massachusetts állam) Mount Holyoke College-ban tanított kémiát. Először a munkája során került kapcsolatba Donald Cram-mel: Cram egyik kutatását választotta szemináriumi témának az Emori Egyetemen. Jane később a Los Angeles-i Kaliforniai Egyetemen (UCLA) töltött vele egy kutatóévet. 1969-ben házasodtak össze; Jane Donald Cram második felesége volt.

Az esküvő után Jane már nem kapott hivatalos állást, nem nevezték ki a UCLA-re. Ahogy a férje mondta: „arra kell ügyelnie, hogy ne csináljak buta-

ságokat”¹ Jane azonban nem mondott búcsút a kémiának, hanem írni kezdett. Férjével együtt publikált összegző cikkeket és könyveket; egy tankönyvet és egy monográfiát is írtak a gazda-vendég kémiáról, *Container Molecules and Their Guests* (Konténermolekulák és vendégeik) címmel.²

Donald Cram így számolt be közös könyvük születéséről: „Nem akármilyen kihívás volt! A társszerzők akkor segítenek egymásnak, ha elmondják a véleményüket a másik munkájáról. De Jane-nel szeretjük egymást. Ennek a két szerepnek az összehangolása néha bizony csatákhoz vezetett. Nagyon őszinte, analitikusan gondolkozó feleséggel vagyok megáldva. Mindenkinek szüksége van kritikusra, nekem ő a kritikusom. Valószínűleg intelligensebb nálam, de nem olyan kreatív, és nincsenek olyan merész gondolatai, mint nekem. Kiegészítjük egymást.” Következtetése úgy hangzik, mintha számtalan együtt dolgozó pár megfigyeléséből vonta volna le. „A kutatásaink szörnyen bonyolultak, és egyetlen emberben ritkán van meg az összes olyan tulajdonság, amely nélkül nincs siker. [...] Egyfajta Gilbert–Sullivan-kapcsolat a miénk; az egyik adja a dallamot, a másik a szöveget. Szólót énekelni nehéz.”³

Donald Cram mindig elismerte, hogy szakmai beszélgetéseik, Jane ötletei, észrevételei nagy szerepet játszottak a sikerében. Megemlítette a Nobel-előadásában, és interjúnk során is kitért rá: „1970 óta minden új ötletem jobb lett az észrevételeitől. [...] Sohasem kaptam volna Nobel-díjat nélküle. Ez napnál világosabb.”⁴

MILDRED ÉS GENE DRESSELHAUS

Fizikusok



Mildred és Gene Dresselhaus 2002-ben Cambridge-ben, Massachusetts állam
(Hargittai Magdolna felvétele)

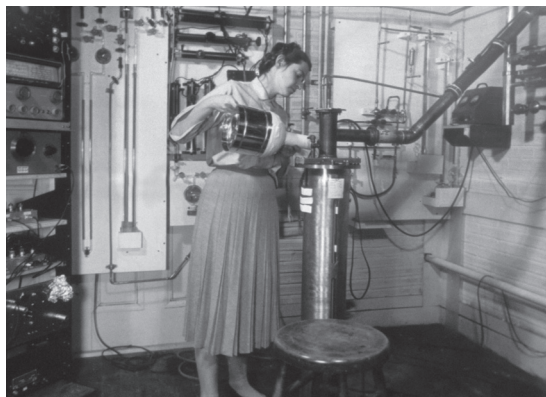
Mildred (mindenki csak Millie-nek szólítja) esténként kamarazenél a barátai-
val. Nem számít, hogy napközben mennyit kutatott, tanított, mentorált, mennyi
energiát fordított a közügyek intézésére. Aznap, amikor találkoztunk – 2002.
február 5-én – Brahms-kvintetteket játszottak. Millie Dresselhaust idézem:¹

A zene révén jutottam el a tudományhoz. Olyan családban nőttem fel,
amelytől nagyon távol állt a természettudomány. Gyerekkoromban zenét
tanultam, de valahogy érdekelni kezdett a fizika meg a kémia, és szinte
minden tudást magamtól szereztem meg. Körülbelül tízéves koromban
olvastam Paul de Kruif könyvét, a *Mikrobavadásokat*. Magával ragadott,
de jó darabig eszembe sem jutott a tudományos pálya. Egyetemista ko-
romban [...] fizikát tanultam, de kémiát és matematikát is – mindhárom
irányban elindulhattam volna. Majdnem matematikus lettem, mert fizi-
kából és matematikából is pályáztam doktori tanulmányokra. Matemati-
kából vettek fel, és elfogadtam a doktori ösztöndíjat, hogy itt, az MIT-n
tanuljak tovább matematikát. Erre azonban nem került sor, mert közben

elnyertem egy Fulbright-ösztöndíjat is – fizikából. Nagyon megörültem, hogy külföldre mehetek. Így lettem fizikus, nem pedig matematikus.

Millie édesapja Lengyelországból, édesanyja Galíciából került az Egyesült Államokba az 1920-as években. Millie Mildred Spiewak néven született Brooklynban 1930-ban. Egyetemi tanulmányait a New York-i Hunter College-ban kezdte, ahol nagy hatást gyakorolt rá egyik tanára, Rosalyn Yalow (később ő is szerepel a könyvben). Rosalyn Yalow sokat küzdött a kutatói állásért, de sorsa nem bántortalanította el Millie-t; „...Nem láttam [a nehézségeket]. Tíz évvel fiatalabb vagyok nála, és nem láttam az akadályokat. Talán maga Rosalyn sem látott mindent. Nem akartunk mi nagyon sokat. Ő örült, hogy egyáltalán van munkája, és imádta a kutatást.”²²

A Hunter után Millie Angliába ment, Fulbright-ösztöndíja a cambridge-i Cavendish Laboratóriumba szolt. A Radcliffe College-ban szerzett mester-, a Chicagói Egyetemen PhD fokozatot. Enrico Fermi, a nagy fizikus és tanáregyéniség még ott volt: Millie bejárt a kvantummechanikai óráira. Azóta úgy gondolja, hogy az ő előadásain tanulta meg a fizikus gondolkodásmódot. Sajnos nem minden professzor volt olyan, mint Fermi; témavezetője, „a szakterületem egyetlen témavezetője úgy gondolta, a nőknek semmi keresnivalójuk a doktori iskolában. Nem fogadta el, hogy itt a helyem. Mindig rossz néven vette, ha ösztöndíjat vagy más elismerést kaptam. Azt mondta, kidobott pénz. És ennek az alaknak kellett engem segítenie!”²³ Millie elszántságát és képességeit bizonyítja, hogy az összes akadály ellenére nagyszerű munkát vitt végbe a Chicagói Egyetemen a szupravezetők tanulmányozásával, ami akkor a fizika egyik legizgalmasabb területe volt.



Mildred Dresselhaus a laboratóriumban posztdoktori évei alatt a Cornell Egyetemen az 1960-as években (Mildred Dresselhaus szívességéből)

Millie doktori tanulmányai közben ismerkedett meg későbbi férjével. Eugene (Gene) Dresselhaus posztdoktorként érkezett a Chicagói Egyetemre; PhD fokozatát a Kaliforniai Egyetemen szerezte, Berkeley-ben, ahol félvezetőket és félfémeket tanulmányozott. 1958-ban házasodtak össze, Millie ebben az évben szerezte meg PhD-fokozatát. Gene elméleti fizikus volt, a Cornell Egyetemen kapott állást. A Cornell nem alkalmazta Millie-t a nepotizmusellenes intézkedések miatt, de egy kétéves ösztöndíj jóvoltából mégis ott dolgozhatott (az ösztöndíj a Nemzeti Egészségügyi Intézetektől származott). A diszkrimináció azonban még nem ért véget. Történt, hogy az a kolléga, aki az elektromágnesség elméletét tanította, a félév kezdetén távozott az egyetemről, és senki sem tudta átvenni a kurzusát. Millie így emlékszik erre az időre:⁴

Szóltam, hogy fizetés nélkül is vállalom a tanítást, mert volt ösztöndíjam. Ettől aztán felbolydult az egész kar. Egy héten át naponta ülészek: nem arról tárgyaltak, hogy eleget tudok-e, hanem arról, hogy mit kezdenek a fiatal emberek egy fiatal nővel. Az elektromágnesség elméletében már jártas voltam. A hallgatók között egyetlen nő sem akadt. Az idősebb egyetemi kollégák nehezen emésztették meg, hogy fiatal nő is taníthat fiatal férfiakat. Valószínűleg azért bólintottak rá, mert férjem és kisbabám is volt már. Sose tudtam meg, mi zajlott pontosan a zárt ajtók mögött. Végül megtarthattam a kurzust, és nagyon jól sikerült. Még évek múlva is megszólítottak azok a diákok, akik az előadásaimra jártak, mert emlékeztek rám – ezek az előadások különböztek a többitől. Ilyenkor azt is elmondták, milyen sokat tanultak az óráimon.

Amikor letelt a két év, új állás után kellett néznie. Gene a saját egyetemi kinevezésénél is fontosabbnak tartotta, hogy Millie-nek legyen munkája. Ezért olyan helyet kerestek, ahol mindketten dolgozhatnak. Így találtak a Lincoln Laboratóriumra, az MIT-n működő katonai laboratóriumra, ahol a viszonylag könnyen teljesíthető feladatok mellett azt kutathattak, amit akartak. Millie olyan területet keresett, ahol nem folyt heves verseny. A magnetooptika mellett kötött ki; ez a tudományág azt vizsgálja, milyen hatást keltenek az elektromágneses hullámok a mágneses térbe helyezett anyagban. Millie a félfémekkel kezdett dolgozni és – férje javaslatára – a grafittal, ami nagyszerű, előrelátó döntésnek bizonyult. Kutatásaik sikereket hoztak, számos érdekes eredményt értek el. De Millie élete még az erős szakmai verseny nélkül is nehéz volt a négy gyerekekkel, akik 1959 és 1964 között születtek. Nem könnyítette meg a dolgát, hogy főnöke állandóan felhánytorgatta reggeli késéseit. Ismét Millie-t idézem:⁵

Reggel mindig nehéz volt összeszedni a családot. A főnököm annyit szakált a Lincoln Laborban, hogy elegendő lett a folytonos letolásokból, mert mindent megtettem, amire egy ember képes. Ezért egy évre kiszabadítottam magam ebből a szörnyű helyzetből. Nem az volt a baj, hogy nem dolgozom rendszeresen; soha senki sem panaszkodott a munkám minőségére, mennyiségére vagy bármi másra. A Lincoln Laborban egyszerűen nem szerették, ha 8:30-ra érek be 8:00 helyett. A legnagyobb gyerekem még ötéves sem volt. Szinte évente szültem egy gyermeket, és borzasztó nehezen tudtam volna mindent úgy elrendezni, hogy nyolcra beérjek. Csupa agglégy tört palcát felettem.

Millie már hét éve dolgozott a Lincoln Laborban, amikor, szerencsére, vendégprofesszornak kérték fel az MTI-n. Végül állandó kinevezést is kapott. Gene még tíz évig maradt a Lincoln Laborban, de aztán kezdte rosszul érezni magát, mert nem foglalkozhatott azzal, ami igazán érdekelte. Ez akkortájt történt, amikor Millie az MIT Anyagtudományi Központjának igazgatója lett; kutatási programja olyan óriásira duzzadt, hogy elképzelni sem tudta, hogyan tartsa kézben. Ezért úgy gondolták, mindketten jól járnak, ha Gene átmegy Millie MIT-beli laborjába. Számos dolgot publikáltak együtt, könyveket is írtak, amelyek nagyon népszerűek a szakterületükön. Millie ma kiemelt professor emerita az MIT Fizika Tanszékén, Gene az MIT Francis Bitter Mágneses Laboratóriumának munkatársa.

Millie legfontosabb kutatásaiban kitüntetett szerepe van a szénnek, elsősorban az interkalációs vegyületeknek, amelyekben különböző elemek vagy molekulák épülnek be a grafitrétegek közé. Millie és csoportja jelentősen hozzájárult a nanotudomány fejlődéséhez. Ezen a területen már az 1970-es években megkezdték a kutatásokat. Nem sokkal később a fullerének és a nanocsövek felé fordult a figyelmük. 1985-ben nagy port vert fel, hogy egy texasi kutatócsoport a szénatomok addig sosem látott elrendeződését figyelte meg; a felfedezést a *Nature*-ben publikálták.⁶ A képződményt buckminsterfullerénnek, röviden „buckyball”-nak nevezték el: ez a gyönyörű, szimmetrikus molekula hatvan szénatomot tartalmaz, és olyan, mint egy futball-labda. A Dresselhaus-csoport évek óta folytatott hasonló kutatásokat.⁷

Már az 1980-as évek elején megjelentettünk egy cikket, még mielőtt Smalley és kollégái rokon kutatásokról számoltak volna be, és biztosan mások is publikáltak ilyesmit. Mi rájöttünk, hogy amikor a szénfelületet lézerrel bombázzuk, nagy csomagokban válnak le a szénatomok. Mondogattam,

hogy ez nem lehet egy vagy két atom, inkább egy nagy csomag, mondjuk, száz atom. Sokan kinevettek. Azt hitték, ez lehetetlen. A döntő kísérletet – a tömegspektrometriás mérést – azonban nem csináltuk meg a levált anyaggal. Egyszerűen nem gondoltunk rá.

Semmi sem mutatja jobban a széntudomány fontosságát, mint az, hogy az utóbbi években két Nobel-díjat is adtak a tudományágban elért eredményekért. Az egyiket 1996-ban Robert Curlnek, Harry Krotónak és Richard Smalley-nak a buckminsterfullerén felfedezéséért, a másikat 2010-ben Andre Geimnek és Konstantin Novoselovnak a grafén és tulajdonságainak felfedezéséért. A grafén kétdimenziós szénréteg, amelyet egyetlen grafitrétegnek vagy felnyitott nanocsőnek is tekinthetünk. A nanocsöveket már évek óta tanulmányozza a Dresselhaus-csoport.

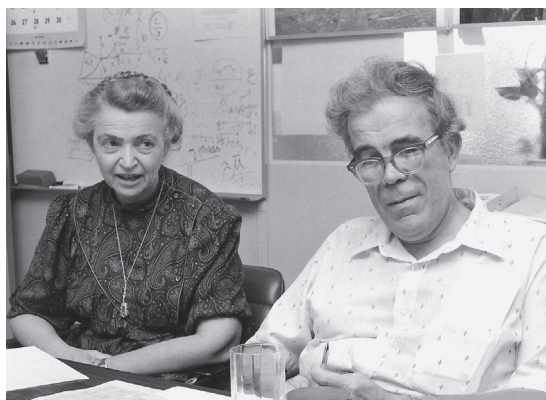
2012-ben Millie-re került a sor: őt is kitüntették a széntudományban játszott szerepéért. A tekintélyes Kavli-díjat nyerte el. A Norvég Tudományos Akadémia minden második évben ítéli oda a Kavli-díjakat az asztrofizika, a nanotudomány és az idegtudomány terén született kimagasló eredményekért. 2012-ben harmadszor került sor az átadásukra. A Kavli-díj még nem közismert, de súlyát jelzi, hogy mindhárom kategóriában egymillió dollárral jár; Millie egyedül kapta meg az összeget. A kitüntetés bejelentése után a *US News and World Report* „a széntudomány királynője”-nek nevezte őt.⁸

Csak néhányat sorolok fel Millie többi rangos kitüntetése közül: 2012-ben elnyerte az Enrico Fermi-díjat, amelyet Barack Obama elnök nyújtott át; 2007-ben megkapta az eredményes kutatóknak alapított L'Oréal-UNESCO-díjat; 2005-ben a Heinz-díjat; 1990-ben George Bush elnök kezéből vehette át a Nemzeti Tudományos Érmét. Tagja az Amerikai Tudományos Akadémiának (1985), az Amerikai Mérnökakadémiának (1974) és az Amerikai Művészeti és Tudományos Akadémiának (1974).

Millie már régóta kutatott, amikor felvetődött benne, hogy egyengetnie kell a fiatal kutatók és kutatónők pályáját. Ezért fontos tisztségeket vállalt. Volt az Amerikai Fizikai Társaság elnöke, a Természettudományok Haladását Támogató Amerikai Egyesület (American Association for the Advancement of Science, AAAS) elnöke, az Amerikai Tudományos Akadémia kincstárnoka. Egy ideig az Energiaügyi Minisztérium tudományos osztályát is vezette. Tehát kormányzati szervek tagja volt, és ő felelt azért, hogy a szövetségi költségvetésben megforduljon az élettelen természettudományok csökkenő támogatásának trendje. A magas pozíciók betöltése mellett azonban sohasem hagyta abba a kutatást.

Millie a nők helyzetének javításáért is odaadóan dolgozik.⁹ Ez a tevékenysége még akkor kezdődött, amikor az MIT-n kezdett tanítani: szorgalmazta, hogy a

nők ösztöndíjakat kapjanak a természet- és a mérnöki tudományok terén. Diáklányok mentorálására is felkérték. Akkoriban az MIT-hallgatók között négy százalék volt a lányok aránya. Amikor az egyetemi felvételi pályázatok értékelésében segített, felfigyelt arra, hogy a lányok sokkal nehezebben juthatnak be az MIT-ra, mint a fiúk. Kevés volt a kollégiumi férőhely, és a lányok teljesítménye általában elmaradt a fiúké mögött. Azt is észrevette, hogy ez szociális tényezőknek tudható be: a diszkriminációnak és a zaklatásnak. Az 1960-as évek végén mozgalmat indított az azonos felvételi követelmények alkalmazásáért, amit végül el is fogadtak. Később más kolléganőkkel együtt nagyon hatékony nőfórumot szervezett. Az összes olyan változásra büszke volt, amit ő kezdeményezett. Ma majdnem tízszer annyi nő van az MIT-n, mint az 1960-as években. Az 1990-es évek végén az MIT másik professzora, a biológus Nancy Hopkins vizsgálta a kutatónők helyzetét az MIT-n; beszámolójáról az egész Egyesült Államok tudomást szerzett.¹⁰ Millie akkoriban már azt hitte, hogy az évtizedekkel korábbi problémákat többé-kevésbé orvosolták. De amikor megvitatták a kérdést, és látta az adatokat, világossá vált előtte, hogy még mindig sok az egyenlőtlenség. Ma úgy gondolja, azóta már sokat javult a nők helyzete.¹¹



Mildred és Gene Dresselhaus 1988-ban (Mildred Dresselhaus szívességéből)

A Dresselhaus házaspár különleges abból a szempontból, hogy kettőjük közül Mildred a sikeresebb és a híresebb. Történetüket ő maga beszéli el.¹²

Nem így kezdődött, sőt épp az ellenkezőjével indult a közös életünk. Amikor összeházasodtunk, Gene már nevet szerzett, engem még nem ismertek. Neki jó állása volt, én még doktori iskolás voltam, aztán posztdok. A Lincoln Laborban is előttem járt. Bár csak egy évvel idősebb, ő ma-

gasabb beosztást kapott, mint én. Nálam voltak megtorpanások a diszkrimináció miatt, őt nem igazán érte diszkrimináció. A diszkriminációt azonban az előnyömré fordítottam, bár nem tudatosan. Természet adta érzékem van a tanításhoz, és ez nagyon hasznosnak bizonyult: a diákok szerettek engem. Jól éreztem magam az emberek között. Nem tudom, hogy történt, egyszerűen így alakult. Talán még előnyöm is származott abból, hogy nő vagyok.

Millie igazságtalannak tartja, hogy jobban elismerik, mint a férjét. Ebben közrejátszhat, hogy kedveli a társaságot, nincs ellenére a nyilvánosság; férje inkább visszahúzódó, zárkózott. Életük túlnyomó részében együtt dolgoztak. Mindkettőjüknek voltak elgondolásaik a problémák megoldására; gyakran közösen dolgozták ki az ötleteket, hosszú beszélgetések során. A Dresselhaus házaspárra is érvényes az az általános megállapítás, hogy a tudós házaspárok jobb teljesítményt érnek el, mint ha a férj és a feleség külön dolgozna. Millie még hozzátette: „Sokkal boldogabb az ember, ha az, aki közel áll hozzá, minden örülségét megéri. Mi annyira odavagyunk a tudományért, hogy az már egyfajta örület.”¹³ A laborban és otthon is a kutatásról beszélnek. Amikor a gyerekeik kicsik voltak, olyan kifejezéseket használtak, amelyeknek a jelentéséről fogalmuk sem volt – a szüleiktől hallották őket, akik a munkájukról beszélgettek.

Millie csak azért tudta ellátni a családot, a kutatói és irányítási feladatait, mert támaszkodhatott a férjére. „Először is, olyan férjem volt, aki a terhek felét magára vette. Mindenben segített. Másképp nem ment volna. Volt egy bébiszitterem is, ugyanaz a nő huszonkilenc éven át. Ez nagy könnyebbséget jelentett. Az idő tájt négy gyerek egyáltalán nem számított különlegességnek a kutatók körében. A férfiaknak, persze, nem okozott sok gondot a négy gyerek, mert a mamák rendszerint otthon maradtak a gyerekekkel.”¹⁴ Millie tudja, hogy Gene nélkül sohasem lett volna képes arra, amit elért.

GERTRUDE SCHARFF ÉS MAURICE GOLDBABER

Mag- és részecskefizikusok



Trudi és Maurice Goldhaber
(néhai Maurice Goldhaber szívességéből)

„Gertrude Scharff Goldhabernek egész életében harcolnia kellett az önkényuralom és a diszkrimináció ellen; gyermekként az első világháború idején, zsidóként a náci Németországban, nőként egy olyan tudományos területen, amelyet kevés nő művelt, tudósfeleségként a szigorú nepotizmusellenes intézkedések korában. Sikere tehetségét, elszántságát és akaraterejét bizonyítja” – ezekkel a szavakkal kezdődik az az életrajz, amelyet az Amerikai Tudományok Akadémia jelentetett meg.¹

Gertrude (Trudi) Scharff (1911–1998) Mannheimben született, Németországban. Már négyéves korában „szerelmes lett a számokba”, tinédzserként pedig elhatározta, hogy matematikát és fizikát tanul, mert „meg akarta érteni, miből van a világ”.² Édesapja ügyvédnek szánta, de azt is támogatta, hogy Trudi a vágyott kutatói pályára léphessen.

Németországban akkoriban gyakran előfordult, hogy a diákok minden szemesztert más egyetemen töltöttek. Trudi Münchenben kezdett, és elkerült Berlinbe is – itt ismerkedett meg későbbi férjével, Maurice Goldhaberral (1911–2011). PhD-kutatásai újra Münchenben folytak: az anyagok mágneses viselkedését vizsgálta. Münchenben érte a nácik 1933-as hatalomra jutása és a zsidóüldözés kezdete. Professzora, Walter Gerlach azonban megengedte, hogy befejezze a doktori tanulmányait.

Mire Trudi megszerezte a PhD-fokozatát, Maurice már elmenekült Németországból, és Ernest Rutherford Cavendish Laboratóriumában dolgozott, Cambridge-ben. Trudi 1935-ben Maurice után ment Angliába, ahol rövid ideig az 1937-ben Nobel-díjjal kitüntetett G. P. Thomsonnál dolgozott a londoni Imperial College-ban. 1938-ban Maurice az Illinois-i Egyetemen kapott állást Urbana-Champaignben, de a következő évben visszatért Londonba: feleségül vette Trudit, és most már együtt utaztak az Egyesült Államokba.

A nepotizmusellenes szabályok miatt Trudi megfelelő tudományos végzettsége ellenére sem kapott állást az Illinois-i Egyetemen; még laborhelyet sem adtak neki, ahol saját kísérleteit folytathatta volna. Nem tehetett mást: részt vett férje magfizikai kutatásaiban, amiért nem kapott fizetést. A háborús évek alatt Maurice fontos dolgozatokat írt. Titkosított tartalmuk miatt ezek csak a háború után jelentek meg a *Physical Review*-ban. A Manhattan-terv felhasználta a felfedezéseket, de azt már nem engedélyezték, hogy Maurice Goldhaber részt vegyen a munkában, mert felesége szülei Németországban éltek. Csak a háború után tudták meg, hogy a nácik már 1941-ben meggyilkolták őket – a Goldhaber házaspár „még a pontos napot is [megtalálta], mert a németek gondosan könyvelték!”³

Trudi szintén értékes magfizikai eredményeket ért el. Még Urbana-Champaignben kimutatta, elsőként, hogy az urán spontán bomlásakor neutronok keletkeznek. A cikket 1942-ben küldte el közlésre, de a munkáját is érintő háborús kutatások miatt csak négy év múlva jelenhetett meg. A cikk lábjegyzete szerint a háború végéig önként elállt a publikálásától.

A háború után a Goldhaber házaspár a Brookhaveni Nemzeti Laboratóriumba került. Trudi az amerikai haditengerészet ösztöndíjával kutathatott. Maurice így emlékezett erre az időszakra: „A Brookhaveni Nemzeti Laboratóriumban sokkal enyhébb volt a nepotista szabályozás; csak azt írták elő, hogy a férj és a feleség nem dolgozhat ugyanazon az osztályon. Először ideiglenes szerződést kaptunk, de 1950-ben véglegesítettek. Amikor ezzel a mérsékelt nepotista szabályozással is felhagytak, mi voltunk az első házaspár ugyanazon az osztályon. Most már sok házaspár van itt. Előbb mindketten magfizikával foglalkoztunk, én aztán áttértem az elemi részecskék fizikájára.”

Körülbelül húsz évig folytattak együtt magfizikai kutatásokat. Legfontosabb közös felfedezésükben elemi részecskék tulajdonságait mutatták ki. Bebizonyították, hogy a béta-részecskék a radioaktív bomlás során keletkező elektronok. A béta-sugarakat ólomra irányították, és megnézték, mennyi energia keletkezik a kísérletben. Ha energiakibocsátást tapasztaltak volna, akkor a béta-sugarak nem elektronok lettek volna. Másképpen megfogalmazva: ha a béta-sugarak is elektronok, akkor a Pauli-féle kizárási elv értelmében nem kerülhetnek a kötött elektro-

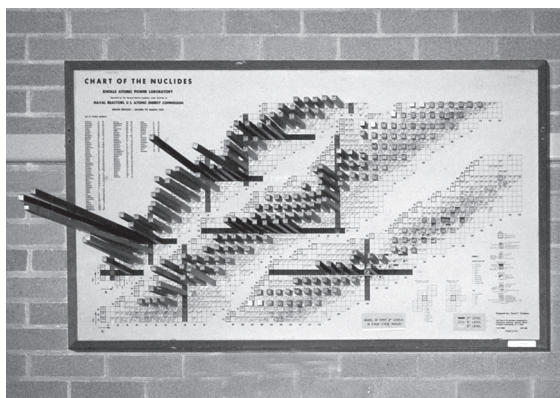
nok által elfoglalt energiaszintekre, ezért nincs energiakibocsátás. A kísérletben nem keletkezett energia, ami azt bizonyította, hogy a béta-részecskék elektronok.

Az 1940-es évek végén és az 1950-es évek elején sok tudóst foglalkoztatott az atommag szerkezete. Különböző modelleket dolgoztak ki a leírására, de ezek nem voltak általános érvényűek. Úgy látszott például, hogy Maria Goeppert Mayer és Hans Jensen Nobel-díjat érő héjmodellje (lásd Maria Goeppert Mayer fejezetét) csak az atommag alapállapotában érvényes, és nem alkalmazható a gerjesztett állapotokra, amikor az atommag az alapállapotánál magasabb energiaszinten van.

Gertrude Goldhaber a kissé gerjesztett atommagokat tanulmányozta, és meghatározta a tulajdonságaikat. „Az ilyen rendszerekre vonatkozó korai eredményei fontos elemekként épültek be abba a tudásba, amely a magmozgások kollektív elméletéhez vezetett – ezért Aage Bohr és Ben Mottelson kapott Nobel-díjat.”⁴ Maurice Goldhaber szavaival:

Trudi olyan modellt konstruált, amely jó vezérfonalként szolgál az elmélet számára. Ez a páros-páros magok [páros számú protont és neutron tartalmazó atommagok] első gerjesztett állapotainak modellje; oszlopainak magassága arányos az energiával. Jól szemlélteti, hogy a héjmodellre és a kollektív modellre is szükség van. Zárt héj esetén az energia nagyon nagy, de közben előfordul néhány nagyon kis energiájú állapot is. A feleségem fedezte fel az első nagyon kis energiájú állapotokat abban az időben, amikor úgy gondolták, hogy a páros-páros magoknak nem lehetnek kis energiájú állapotai. Az ilyen felfedezések megváltoztatják a felfogásunkat, de általában csak táblázatokban idézik őket.

Az ábra Trudi modelljének fényképét mutatja.



A páros-páros magok első gerjesztett állapotainak háromdimenziós modellje a Brookhaveni Nemzeti Laboratórium falán (Hargittai Magdolna felvétele). A vízszintes tengely az atommagokban levő neutronok, a függőleges az atommagokban levő protonok számát mutatja. A grafikon síkjára merőleges farudak hossza az atommagok energiáját szemlélteti. A leghosszabb rudak a mágikus számokhoz tartoznak, ami a modell érvényességét demonstrálja

Gertrude Goldhabernek nagyon rosszul esett, hogy hatvanhat éves korában nyugdíjba küldték a Brookhaveni Nemzeti Laboratóriumból, de az 1970-es években be kellett tartani a kötelező nyugdíjkorhatárt. Pedig még tele volt energiával és ötletekkel, így nyugdíjas éve alatt sem pihent: különböző állami és magánintézményeknél volt tanácsadó és konzultáns.

Bár Trudi pályája nehezen indult, végül elismerték a munkáját. 1947-ben, amikor az Illinois-i Egyetem még csak nem is alkalmazta, bevásztották az Amerikai Fizikai Társaságba. 1972-ben – Maria Goeppert Mayer (1956) és Chien-Shiung Wu (1958) után – ő lett az Amerikai Tudományos Akadémia harmadik női tagja.

Goldhaberéknek két fiuk született. Az egyik szintén fizikus, Trudi dolgozott is vele: két cikket írtak, amelyek talán az első anya-fiú cikkek a fizika történetében.

A tudományos munkát folytató nők helyzete és lehetőségei nagyon foglalkoztatták Trudit. Ő volt a Brookhaveni Nők a Tudományban program egyik alapítója. Díjat is elneveztek róla: a Gertrude S. Goldhaber fizikai díjat azoknak a kutatónőknek ítéli oda évente, akik Stony Brook-i diákok vagy Brookhavenben dolgoznak. Trudiról és Maurice-ról más díjakat is elneveztek.

A nők tudományban elfoglalt helyét taglalva Maurice azt mondta, hogy a férfiak és a nők talán másképp viszonyulnak a kutatómunkához – legalábbis akkor, amikor Trudi és ő fiatalok voltak, más lehetett az attitűdjük. Akkoriban a nők annyival nehezebben válhattak kutatóvá, mint a férfiak, hogy csak a rendkívül elszánt nők vágtak bele. Ez az elkötelezettség azután a munkájukban is megmutatkozott. „Azok a nők, akiknek az életében meghatározó szerepet tölt be a kutatás, megszállottabban dolgoznak, mint a férfiak – amennyire az idejük engedi. Meitner, Wu, Yalow és a feleségem nagyon elszánt asszony volt.” Maurice néha azonban terhesnek érezte a közös munkát. „Akkor már hosszú évek óta éjjel-nappal ez határozta meg az életünket. 1939-től kezdve tizenöt-húsz éven át együtt dolgoztunk. Szándékosan tértem át az elemi részek fizikájára, amely már korábban is érdekelt.” Maurice leírása szerint Trudi „aprólékos gondnal hajtotta végre a kísérleteket és elemezte az eredményeket. Én csapongóbb voltam, de néhány kutatást azért végigvittem. Bizonyos fókig kiegészítettük egymást.”

ISABELLA ÉS JEROME KARLE

Krisztallográfusok



Jerome és Isabella Karle dolgozószobájukban, a Haditengerészeti Kutatólaboratóriumban
(Isabella Karle szívességéből)

Nagy örömmel írok a Karle házaspárról, mert évtizedek óta a barátaink. Annak a tudományterületnek az első kutatói közé tartoznak, amelyet a férjemmel, Istvánnal is művelünk: a molekulák szerkezetét határozzuk meg, első sorban gázfázisú elektrondiffrakcióval. Istvántól már régóta hallottam róluk, de csak 1978-ban találkoztam velük először. Mindannyian egy nemzetközi konferencián vettünk részt, Pécsen. Meglepett a kedvességük. Noha már akkor is „nagy nevek” voltak a szakterületünkön, mindent türelmesen megvitat- tak a fiatal kollégákkal.

Rájuk igazán illik a „tudós házaspár” megjelölés. A Michigani Egyetemen ismerkedtek meg. Jerome Karle (1918–2013) néhány évvel idősebb volt Isabel- lánál, de egyszerre kezdték meg PhD-tanulmányaikat Lawrence Brockwayné; gázfázisú elektrondiffrakcióval foglalkoztak. Jerome így beszéli el a történe- tüket:¹

Már az első napon találkoztam vele a Michigani Egyetemen. Az a fajta ember vagyok, aki nem várja meg a gyakorlat kezdetét, hanem megy, és összerakja a berendezést. A hallgatói laborban ábécésorrendben osztot-

ták ki a helyeket. Az ő vezetékneve L-lel kezdődött [Lugowski], az enyém K-val. Amikor Isabella megérkezett, odanézett, és látta, hogy a teljes berendezés készen áll a kísérlethez. Nem emlékszem, mit mondott, de meg volt lepve. Hát így ismerkedtünk meg. Az első évben csak ritkán találkoztam vele az órákon kívül. Néha elmentünk este sétálni. Egyszer beteg volt, és elvittem neki valamit, amire szüksége volt a tanuláshoz. A következő évben elkezdtünk együtt ebédelni. Annak az évnek a végén összeházásodtunk.



A Karle és a Hargittai házaspár az 1978-as pécsi konferencián (ismeretlen fotós)

Isabella Lugowski 1921-ben született Detroitban (Michigan állam). Édesapja szobafestő volt, édesanyja varrónő; mindketten Lengyelországból érkeztek az Egyesült Államokba. Isabella csak az iskolában tanult meg angolul. A középiskolai évek alatt döntötte el, hogy kémikus lesz. Isabella és Jerome a Michigani Egyetem befejezése után a Manhattan-terven dolgozott a Chicagói Egyetemen. Mindketten olyan eljárásokat kerestek, amelyekkel szennyezésektől mentesen állítható elő a nukleáris fűtőanyagnak szánt plutónium. Jerome szellemes megoldása az oxidjából állítja elő a fémet, Isabellának tiszta plutónium-kloridot sikerült készítenie. A háború után mindketten a Michigani Egyetemen dolgoztak. Annyira hiányoztak a tanárok, hogy a nepotizmusellenes intézkedések ellenére is boldogan alkalmazták a házaspárt. 1946-ban ismét szerencséjük volt: mindketten állást kaptak a Haditengerészeti Kutatólaboratóriumban (Naval Research Laboratory, NRL), és azt is megengedték, hogy együtt dolgozzanak.

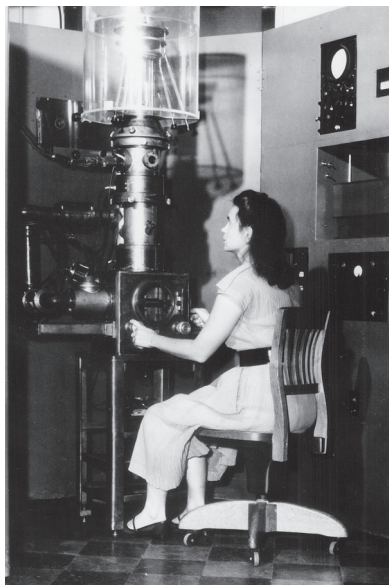
Isabella szerint „együtt dolgozunk, de külön-külön”. Ezen pontosan azt értette, ami sikeressé tette a híres tudós házaspárt: kiegészítették egymást. Isabella így fogalmazta meg: „Jerome-nak elsősorban kísérleti példákra van szüksége, és

az én temérdek szerkezetmeghatározásom eredményét használja fel. Nem terveztük meg a munkamegosztást, egyszerűen így alakult.”²²

Eredetileg mindkettőjüket a kísérletek érdekelték, és Brockwaynél valóban kísérleti munkából írták a doktori disszertációjukat. Jelentős javulást értek el a viszonylag új gázfázisú elektrondiffrakciós módszer kivitelezésében és adat-elemzésében, amelyet gázfázisú molekulák háromdimenziós szerkezetének meghatározására használnak. Jerome aztán fokozatosan áttért az elméleti munkára, Isabella a kísérleteknél maradt. Állandóan arra törekedtek, hogy minél több információt nyerjenek ki a kísérleti adatokból: ennek segítségével jobb elemzési módszereket dolgozhattak ki.

A kísérleteket úgy módosították, hogy azok alkalmassá váljanak a molekulaszerkezet finomabb részleteinek meghatározására is. Egy molekula szerkezetét olyan geometriai modellként képzelhetjük el, amelyben a molekula minden atomját egy kis gömb reprezentálja. Ezek a gömbök meghatározott helyet foglalnak el a háromdimenziós térben. Az elektrondiffrakciós módszer ilyen szerkezetekről nyújtott felvilágosítást. A valóságban ezek a szerkezetek nem merevek; az atomok állandóan mozognak a „helyük” körül. Jerome és Isabella megnövelte az elektrondiffrakciós módszer érzékenységét. A kísérlet így már a szerkezetek mozgásáról is információt ad.

A mozgás következményeivel – meglepetésre – egy nagyon egyszerű és merev molekula, a közönséges szén-dioxid esetében is szembe kellett nézniük. Ez a molekula három atomból áll, egy szén- és két oxigénatomból. CO_2 a képlete, szerkezetét az $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ szimbólummal érzékeltethetjük. A Karle házaspár meg akarta határozni a pontos geometriát. Minden jel arra utalt, hogy a három atom egy egyenes mentén helyezkedik el. De amikor befejezték az adatok elemzését, úgy tűnt, mintha a két oxigénatom közötti távolság kicsit kisebb lenne, mint a két $\text{C}=\text{O}$ távolság összege, ami enyhén hajlított formára utalt. Azért mondtam, hogy „lenne”, mert a kísérlet alapján nem tehettek határozott kijelentést. A Karle házaspár a kísérlet bizonytalanságának is betudhatta volna a különbséget. De a jelenség továbbra is foglalkoztatta őket, és végül arra a következtetésre jutottak, hogy a két oxigénatom között mért kisebb távolság csak *látszólagos* rövidülés – abból ered, hogy az oxigénatomok elmozdulnak az $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ feltételezett egyenesétől. Apró változásokról van szó, és a tudóstársak csak egy évtized múlva ismerték fel igazán a Karle házaspár eredményének jelentőségét. Utólag annak a szép példáját is látjuk, hogy tudományos problémák megoldásán edződött agyuk nem nyugodott addig, amíg meg nem értették a váratlan eredményt. Az érzékeny kísérletből születő adatokra olyan magyarázatot találtak, amely az egész tudományterületet elindította a molekulák felépítésének, viselkedésének pontosabb megismerése felé.



Isabella Karle egy elektrondiffrakciós készülékkel a Michigani Egyetemen, 1948-ban (az amerikai Haditengerészeti Kutatólaboratórium szívességéből)

Később, röntgenkristallográfiás munkájuk idején, az elméleti kutatás megelőzte a kísérleteket. Az 1950-es évek elején Jerome Karle és a matematikus Herbert Hauptman kidolgozta a röntgendiffrakciós adatok elemzésére szolgáló „közvetlen módszer”-t. Erre azért volt szükség, hogy kiküszöböljék azokat a nehézségeket, amelyeket a „fázisprobléma” okoz a röntgendiffrakciós elemzésben. A kristallográfusok már régen belenyugodtak, hogy a szerkezeti információ jó része elvesz emiatt, és nem állapítható meg egyértelműen a röntgendiffrakcióval leképezett kristályszerkezet. Jerome Karle és Herbert Hauptman azonban megmutatta, hogy bár a probléma nem küszöbölhető ki, matematikai módszerekkel orvosolható. Karle és Hauptman matematikai apparátusa olyan módszerhez juttatta a kristallográfusokat, amellyel a kristályszerkezet *közvetlenül* meghatározható a kísérleti adatokból. A röntgenkristallográfia fellendült ettől az újítástól: a kutatók egyre nagyobb rendszerek szerkezetét írhatták le a korábbinál megbízhatóbban. Ezért a munkáért Herbert Hauptmant és Jerome Karle-t Nobel-díjjal tüntették ki.

De a sikerre és az elismerésre várni kellett. A kristallográfusok vonakodtak attól, hogy elfogadják, nemhogy alkalmazzák is Karle és Hauptman javaslatait. Ez nagyon bántotta őket. Végül is Isabella kísérleti munkája nyomán lendült fel a módszer alkalmazása. Hauptman emlékei szerint „a kristallográfusközösség jó esetben kételkedett, rossz esetben ellenséges volt. [...] Isabella Karle negy-

ven-hatvan atomos, nagyon bonyolult molekulák szerkezetét is meghatározta, amire korábban gondolni sem lehetett. Ez sokakat meggyőzött arról, hogy van valami abban, amit mondunk.³ Valóban, ahogy múltak az évek, és még mindig nem használták a módszert, Isabella elvesztette a türelmét, és röntgendiffrakciós laboratóriumot állított fel. Megmutatta, hogyan alkalmazható az új matematikai leírás a röntgendiffrakciós adatok feldolgozásában. Ily módon döntő szerepet játszott abban, hogy a közvetlen módszer a röntgenkristallográfia sikeres eszközévé váljon.

1985-ben, a Nobel-díj bejelentésének napján, amikor a Nobel Bizottság telefonon akarta közölni a hírt Jerome-mal, kiderült, hogy ő éppen akkor repül haza Európából. Felhívták a repülőgép-kapitányt, aki kijött a pilótafülkéből, és közölte Jerome-mal a nagy újságot. Jerome-tól tudom, hogy az volt az első gondolata, vajon Isabella is megkapta-e a díjat, erről azonban nem tájékoztatták a kapitányt. Jerome végigkínlódta a repülés hátralevő óráit. Hazaérve hallotta, hogy Isabella nem került a díjazottak közé. Jerome-ot ez élete végéig bántotta. Sok kollégájuk – Jerome-hoz hasonlóan – úgy gondolja, hogy Isabellát is ki kellett volna tüntetni. Alan Mackay neves brit kristallográfus szerint „Isabella Karle-nak azért van ott a helye a díjazottak között, mert az ő munkája adott hitelt az egésznek”.⁴ A kettős hélix felfedezéséről híres James D. Watson hasonló véleményen volt.⁵ Isabella úgy érzi, hogy bár csodálatos lett volna, ha Jerome-mal együtt kapják meg a díjat, sok más rangos kitüntetés kárpótolta őt.

Miután Isabella bebizonyította, milyen hasznos az új eljárás a szerkezet-meghatározásban, egyre inkább előtérbe helyezte a nagy, biológiai szempontból fontos molekulák szerkezetének vizsgálatát. Peptidek, szteroidok, alkaloidok szerkezetének részleteit tárta fel: eredményei az egész világon előrevitték a kémiai és biokémiai kutatásokat.

Isabellának és Jerome-nak három lánya van, így természetes, hogy felmerült a „hogyan oldotta meg” kérdése. Isabella szerencsésnek tartja magát, mert a kristallográfia esetében összeegyeztethető a kutatás és a gyerekeknevelés.⁶

A kristallográfia „előtt nem kell állandóan ott ülni”. Hazaviheted magaddal a problémát, gondolkozhat rajta, amíg a picivel vagy. A kristallográfiai kutatások többsége például egy elképzeléssel vagy egy anyaggal kezdődik, és amikor megkapod a kristályszerkezetet, lezárul. Önmagukban is kezelhető feladataid vannak. A kutatási programhoz több, egymással rokonítható elem szükséges, amelyek majd kiadják az egészet. De lépésenként lehet dolgozni. Más területeken valószínűleg sokkal kevésbé választhatók szét ezek az elemek.

Ez persze nem volt elég. A kisgyerekek mellé bébiszittereket fogadtak:⁷

Szerencsénkre, a második világháború után sok olyan nagymamakorú asszony akadt, akinek a gyerekei már nem akartak a farmon élni. A virginiai hegyek nagyjából száz kilométerre vannak innen. A fiatalabbak közül sokan eljöttek Washingtonba a háború alatt, de a háború után már nem akartak visszatérni. Az idősebb nők is elhagyták az otthonaikat, és gyakran bennlakó házvezetőnőként/bébiszitterként dolgoztak hét közben. Hétvégén a saját gyerekeiket látogatták. Ez a rendszer nagyon megfelelt nekünk, amíg a gyerekeink meg nem nőttek annyira, hogy már nem volt szükségünk állandó segítségre.

A nagy család szervezést igényelt, de egyetlen percig sem éreztem, hogy a gyerekek gátolják a karrieremet. A család sohasem zavarta a munkánkat. Amikor a lányok kicsit nagyobbak lettek, legalább hétévesek, nyáron mindig magunkkal vittük őket az európai konferenciákra.

Isabella egyik legtekintélyesebb kitüntetése a Svéd Királyi Tudományos Akadémia Aminoff-díja (1988), amelyet kifejezetten a krisztallográfia úttörői számára alapítottak. Isabella sok más díjat, elismerést is kapott, itt nem is tudom mindet felsorolni. Az Amerikai Tudományos Akadémia tagja (1978). A nők közül elsőként kapta meg 1993-ban a Franklin Intézettől a Természettudományi Bower-díjat (Bower Award and Prize for Achievement in Science) „molekulák háromdimenziós szerkezetének röntgendiffrakciós meghatározásáért”. Bill Clinton elnöktől 1995-ben vette át a Nemzeti Tudományos Érmét.

A tudományos pályán dolgozó nők lehetőségeit és karrierépítését Isabella így látja:⁸

Nézzünk meg néhány más országot, és szorítkozzunk a krisztallográfusokra, hiszen őket ismerem a legjobban. Francia kolléganőim mindig irigyeltek azért a kutatási szabadságért, amelyet itthon élveztem. Több kiváló kutatónő dolgozott a krisztallográfia területén, de nem kerülhettek olyan státuszba, mint amelyet a férfiak foglaltak el az egyetemeken. A nőket egyszerűen nem nevezték ki magasabb pozíciókba. Olaszországban is dolgozik jó pár női krisztallográfus, akik folyton azt kérdezik tőlem, hogyan tudtam előrelépni. Ők legfeljebb dicsfényvel övezett asszisztensek lehetnek, de csak elvéve vezetnek csoportot. Angliában jobb a légkör. Elég sok női krisztallográfusból lesz professzor vagy csoportvezető. Az Egyesült Államokban ahány ház, annyi szokás: az olasztól az angol rendszerig terjed a skála. A mostani viszonyokat nem ismerem jól, mert

nincs sok fiatal kollégám. Az én generációból jó példa a néhai Shoemaker házaspár. David és Clara egyaránt kiváló krisztallográfus volt. David professzori állást kapott az MIT-n, Clarát pedig az ő kutatási támogatásai-ból fizették. Clara csak Oregonban jutott saját álláshoz egyetemi tanárként, amikor David ott lett tanszékvezető. Ez életük utolsó néhány évében történt. Ken Hedberg és a felesége, Lise is elektrondiffrakciós szakember volt, de nem tudom, hogy Lise kapott-e valaha rendes állást. Ő szintén a férje támogatott kutatásaiban vett részt. Más hasonló példát is említhetnék. Az egyetemek több okból sem vesznek fel házaspárokat. Bár ezek a nők sokat publikáltak, és remekül dolgoztak, vagy sohasem, vagy csak idősebb korukban válhattak függetlenné. Az amerikai kormány laboratóriumaiban, ebből a szempontból, általában sokkal jobb lehetőségek vár-ták a kutatókat.

A tudós házaspárok nőtagjainak esetében sarkalatos kérdés, hogy elismerik-e tisztességesen a munkájukat. Amikor megkérdeztem Isabellát, előfordul-e, hogy Jerome-nak tulajdonítanak valamit, amit ő csinált, azt válaszolta: „Hát bizony...” És fordítva? „Alig.”

2009-ben, több mint hatvanévi (összesen százhuszonhét évi) szolgálat után Jerome és Isabella nyugdíjba vonult a Haditengerészeti Kutatólaboratórium-ból (NRL). Ray Mabus haditengerészeti miniszter a Megkülönböztetett Polgári Szolgálat Érmét adta át nekik; ennél magasabb kitüntetést a civilek nem kaphatnak a haditengerészetnél. A következő mondatnál semmi sem illusztrálja jobban, milyen régen kerültek a Haditengerészeti Kutatólaboratóriumba: „Amikor Jerome Karle megkezdte munkáját az NRL-ben, Franklin D. Rooseveltt volt az elnök, huszonegy centbe került egy gallon benzin, harminc cent volt a legkisebb órabér és az expressz levelekre háromcentes bélyeget kellett ragasztani.”⁹⁹ Az NRL-ben töltött hat évtized alatt a laboratórium jelentősen bővült, a tudomány és a technika sosem látott fejlődésen ment át. Felemelő érzés lehet, hogy nemcsak átértékelték ezt a fejlődést, hanem tevékenyen részt is vettek benne. Bár Jerome 2013 júniusában meghalt, a két Karle a tudós házaspárok nagyszerű mai példáját testesíti meg. Remekül kiegészítették egymást, és közös teljesítményük sokkal nagyobb volt annál, mint amit egymás nélkül érthettek volna el.

KLEIN ÉVA ÉS GYÖRGY (EVA ÉS GEORG KLEIN)

Tumorbiológusok



Klein Éva és György 2001-ben a Hargittai család otthonában, Budapesten
(Hargittai István felvétele)

Klein Éva nagyon sikeres kutató, még most, kilencvenéves (2015) korában is dolgozik, és éppen olyan lelkesen veti magát a munkába, mint mindig. Kutatói pályafutása mellett felnevelt három gyereket, egy fiút és két lányt. De mielőtt azt hinnénk, hogy Éva egy tudós nő lenyűgöző életéről szóló tündérmese főszereplője, meg kell ismerkednünk a történetével. Évának is sok nehézséggel kellett megküzdenie.

Éva és férje, György a Karolinska Intézet Molekuláris és Sejtbiológiai Osztályának tumorbiológusa Stockholmban, Svédországban. Jóval túl vannak már a nyugdíjkorhatáron, amit Svédországban szigorúan betartanak, de a Karolinska külön engedélyével ma is dolgoznak: nemcsak a laborjaikat, hanem a csoportjait is megtarthatták.

Éva nyolcvanadik születésnapját az osztály is megünnepelte. Az osztály hírlevele felkérte Györgyöt, hogy írjon néhány sort a feleségéről. „Micsoda kérés! – fakadt ki György. – Ötvennyolc éve vagyunk házasok, ötvenhét éve dolgozunk együtt, három gyereket neveltünk fel, hét unoka cseperedett fel körülöttünk – hát mit mondhatnék én Éváról? Vagy semmit, vagy egy prousti lélegzetű regényt (legalább tizenhét kötetet, eggyel se kevesebbet).”¹

Életük rendkívül érdekes, nem mindennapi epizódok története. Mindketten 1925-ben születtek Budapesten jómódú zsidó családokba (Éva leánykori neve Fischer). Megtapasztalták a fokozódó antiszemitizmust, amelyet az egyre keményebb zsidótörvények követtek. 1944–45-ben, a felszabadulás előtti utolsó hónapokban, Éva és több családtagja a budapesti orvosegyetem szövettani intézetében bujkált, ahol 1944 őszén abbamaradt a tanítás. Egy orvos, Szirmai János segített nekik, és nagy találatossággal hamis papírokat is adott a kezükbe.

Éva és György ekkor még nem ismerték egymást. 1944-ben György a Zsidó Tanács asszisztenseként dolgozott Budapesten, és hozzáfért a később *Auschwitzi jegyzőkönyvként* ismertté vált irathoz, amelyben szemtanúk számoltak be az auschwitzi tömeggyilkosságokról. A szövegbe kevesen tekinthettek be, és még kevesebben hitték el, hogy igaz, mert az olvasó előtt feltáruló szörnyűség minden képzeletet felülmúlt. Klein György azok közé tartozott, akik elhitték, amit olvastak: ez mentette meg az életét. Amikor 1944 nyarán a magyar hatóságok egy Auschwitzba induló vonatra rakták, megszökött, és hónapokig bujkált.

A háború után Éva és György az orvosegyetemre járt. Véletlenül találkoztak a Balatonnál, és azonnal egymásba szerettek. György azonban hamarosan Svédországba utazott, mert a Karolinska Intézetben ajánlottak neki állást. Szövetkultúrákat kellett vizsgálnia; ezzel a technikával már budapesti diákként megismerkedett. Aztán elintézte, hogy visszajöhessen Magyarországra, feleségül vette Évát, és 1947-ben mindketten örökre elhagyták az országot.

Stockholmban befejezték orvosi tanulmányaikat, de dolgoztak is közben. Sokat segített, hogy mindketten ugyanazt a célt tűzték maguk elé, és támaszkodhattak egymásra; például amíg az egyik dolgozott, a másik tanult. Mindketten befejezték az egyetemet, aztán tudományos fokozatokat szereztek, végül mindkettőjüket beválasztották a Svéd Királyi Tudományos Akadémiába – ez a tudósok legnagyobb, kollégáktól kapott elismerése.* Mindketten a tumorbiológia és az immunológia világhírű szaktekintélyei lettek.

A Klein házaspár nagyon sok tudományos eredményt mondhat magának, ezek többsége a tumorimmunológia terén folytatott gondos és átfogó kísérletekben született. Legfontosabb eredményük mégis inkább egy felismerés, amely azonban kísérleti munkán alapult. Arra a következtetésre jutottak, hogy a tumorokban lejátszódó kromoszóma-transzlokáció – kromoszómaszakasz áthelyeződése egyik kromoszómáról a másikra – rák kialakulását elősegítő gén (onkogén) aktivációját jelzi. Ez meglehetősen szakmainak hangzik, de valóban fellendítette a tumorimmunológia fejlődését. A kísérleti munka a Karolinska két külön csoportjában folyt. Az egyik az egértumorsejtet, a másik az emberi tu-

* Klein György a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja, Klein Éva külső tagja.

morokat tanulmányozta. A két csoport nem érintkezett egymással, csak a Klein házaspárral. Hirtelen kiderült, hogy a kétféle szervezet viselkedésében van egy lényeges közös vonás.

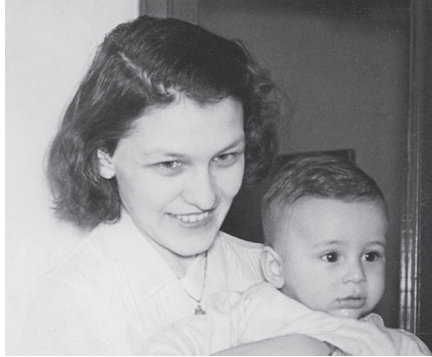


Klein Éva virágcsokrot nyújt át Lujza svéd királynénak az 1950-es években a Karolinska Intézetben, a királyné látogatásakor (Klein Éva szívésségéből)

Éva és György más alapvető felfedezéseket is tett. Például az 1960-as évek végén, 1970-es évek elején kimutatták, hogy a kémiai úton és a vírussal kiváltott tumorkok kilökődést idézhetnek elő a genetikai szempontból azonos egerekben. Az 1970-es évek elején egy oxfordi csoporttal demonstrálták, hogy az egészséges és a rosszindulatú sejtek egyesítése visszaszorítja a rosszindulatú elváltozást. Ez váratlan volt; a kísérlet előtt az ellenkezőjét feltételezték, mert úgy gondolták, hogy a rosszindulatú fenotípus a domináns. Ennek a felfedezésnek a nyomán indult meg a tumorszupresszorok kutatása. Éva és kutatócsoportja egerekkel folytatott kísérleteket, de eredményeik az emberek esetében is érvényesek. Az egerekben képződő tumorkok nagyon hasonlítanak az emberi daganatokhoz, sőt az egerekben és az emberekben rendszerint ugyanazok a gének felelősek értük.

Már ezeknek a kutatásoknak az említése is érzékelteti, milyen izgalmas a Klein házaspár élete. De nem könnyen jutottak el idáig, különösen Éva nem. Rá hárult a terhek java, Györgyé lett a lelkiismeret-furdalás. Éva szerint a gyerekek születésétől kezdve György semmilyen házi munkában nem vett részt. Amikor az első gyerek, a fiuk megszületett, Éva megkérte a dadáját, aki még őt nevelte fel Budapesten, hogy költözzön hozzájuk Stockholmba. Később is lakott náluk dada, és más segítséget is igénybe vettek, de „így is katasztrófa volt”. Éva dolgát tovább nehezítette, hogy György nemcsak az otthoni teendőkből vonta ki magát, hanem

azt sem tudta elviselni, hogy Éva ne csak a kutatással foglalkozzon. Utólag Éva úgy érzi, hogy amikor a gyerekei kicsik voltak, valószínűleg megsínylették az ő intenzív tudományos munkáját. Másrészt azt gondolja, éppen a gyerekei miatt kellett bebizonyítania, hogy a kutatói munkára is képes. Ez neki is, Györgynek is fontos volt, mert tudta, hogy György ki nem állná, ha „háztartásbeli” lenne.



A fiatal Klein Éva fiával, Péterrel 1951-ben (Klein Éva szívességéből)

Amikor megismerkedtek, Éva életvidám fiatal nő volt; bárhová ment, ő lett a társaság középpontja, és még az akkori emberpróbáló időkben sem szorongott. Érdekelte a költészet, a művészet, még a színjátszás is, tele volt intellektuális éhséggel és elszántsággal. György úgy látta, épp az ellenkezője az édesanyjának:²

Édesanyám csodálatos háziasszony volt, nagy gondot fordított a táplálkozásomra és az öltözködésemre. A zsidó anyák többségéhez hasonlóan túlságosan féltett. Édesapám egyéves koromban meghalt. Amikor kicsi voltam, mindenáron beszélgetni akartam az anyámmal. De amikor belefogtam a beszélgetésbe, nagyon gyorsan észrevettem a szemében az aggodalmat: rendesen fel vagyok-e öltözve, nem fázom-e, nem kellene-e még ennem. Ez örökre elvette a kedvem a háziasszonyoktól. [...] Ezért soha eszembe sem jutott, hogy olyan nőt vegyek el, aki nem intellektuális partner. Nem is értem azokat a férfiakat, akik nem akarnak intelligens feleséget.

Éva azt mondja, hogy a három gyerek közül fiával, az elsőszülöttel volt a legjobb a kapcsolata. Ma úgy látja, valószínűleg el kellett volna magyaráznia a gyerekeknek, milyen fontos számára a kutatás; biztosan megértették volna. De ez sohasem jutott eszébe; túlságosan lefoglalta a munkája, és a gyerekek talán

azt gondolták, hogy nem törődik velük. Ezt szavak nélkül is kitalálta, és mindig azt hitte, hogy nem felel meg az elvárásoknak – sőt, duplán nem: a laboratóriumban és otthon sem. Úgy érezte, egyfolytában rohan, mintha egy vonat után futna, amit sohasem ér el.

A házaspár mindig együtt dolgozott, György volt a főnök. Éva szerint csaknem minden szempontból különböztek:³

Érdekes, hogy nagyon különböző a személyiségünk: ő türelmetlen, én nagyon türelmes vagyok. Nem tudunk együtt írni. Még a munkatársainkkal is másképp bánunk; neki soha sincs türelme ahhoz, hogy rendesen megbeszélje velük a munkát, én pedig „pingpongozom” velük: mindig eszmecserét folytatunk. Kész csoda, hogy együtt tudtunk dolgozni.

A kutatási stílusunk is egész más; például én nagyon lassan írok, ő nagyon gyorsan. Őt bosszantják a részletek, nem foglalkozik velük; én még a legapróbb részletekkel is szívesen pepecselek, mert az ember sohasem tudja, honnan jön a megoldás. Tulajdonképpen annyira különbözőek vagyunk, annyira másképpen gondolkozunk, hogy a közös munka csakis jól sülni lehet. Nagyon jól emlékszem, mennyit küszködtem, hogy megálljam a helyem. Sohasem éreztem, hogy mindent kihozok magamból a kutatás során, de úgy gondoltam, meg kell próbálnom. Sok kis felfedezést tettem, ezek azonban túl koraiak voltak, ami nem mindig jó. Soha nem voltam elég erős ahhoz, hogy sikerre vigyem őket. Ma már látom: tizenöt-húsz évvel ezelőtti megfigyeléseimről igazolódik be, hogy helyesek; végre elfogadják őket.

Mindjárt kiderül, hogy György szerint Éva túl szerényen ítéli meg a teljesítményét. De előbb még néhány gondolat Évától:

Egy idő múlva kicsit eltértem attól a területtől, amellyel György már régebben foglalkozott; ez nehéz volt ugyan, de érdekes. A diákok azonban nemsokára panaszkodni kezdtek, hogy a „főnök”-öt nem érdekli a munka, emiatt pedig nem tudtak rendesen dolgozni. Egyszerre voltunk férj és feleség, laborfőnök és beosztott – örült bonyolult viszony. Nem tudom megmondani, hogy jó-e vagy rossz, mindenesetre nehéz. Az évek során, persze, voltak saját kutatástámogatásaim, de soha semmilyen vezetői pozíciót nem foglaltam el, pusztán a kutatásra kellett koncentrálnom.

Bár Évának és Györgynek már régóta saját kutatócsoportja és kutatási területe van, munkájuk sok szállal kötődik egymáshoz. Éva mostani projektjének

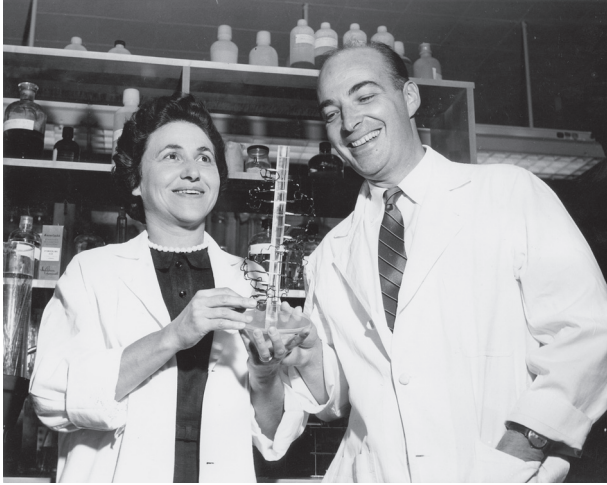
középpontjában két, egymással kapcsolatban álló probléma áll; az egyik a Burkitt-limfóma. Ezt a betegséget ötven évvel ezelőtt fedezték fel Afrikában; Éva a virológiai és immunológiai aspektusait vizsgálja. Ehhez kapcsolódik az Epstein-Barr-vírus tanulmányozása; rendszerint ez a vírus váltja ki a Burkitt-limfómát. A vírus a legtöbb ember szervezetében anélkül van jelen, hogy hírt adna magáról, de immunrendszerünk néhány sejtjét megfertőzheti.

György egyetért Évával abban, hogy különbözik a kutatási stílusuk. Ő folyton új területek felfedezésére, új ötletekre vágynak; Éva ragaszkodik a régi témájához, és ugyanazokat a kérdéseket világítja meg többféle szemszögből. Éva ezért sohasem tudja pontosan, mi lesz a következő lépés a kutatásaiban – mindig a menet közben kapott eredmény szabja meg. György kiemeli, hogy Éva mennyire szeret kérdéseket feltenni – mindenfélét, lényegbe vágót és triviálisat –, s ebből születnek az új ötletek. György felidézett egy történetet: évtizedekkel ezelőtt a kutatók kapcsolatot próbáltak teremteni a limfocita-tumorsejt kölcsönhatások és a tumorelles választok között. Mindenki számára nyilvánvalónak tűnt, hol kell keresniük a megoldást – Éva kivételével. Ő – György szavaival élve – a „háttérteret” akarta egyre csak látni, ami senki más nem érdekelt. Kiderült, hogy neki van igaza: így jutottak el egy fontos felfedezésükhöz, a „természetes ölkö sejtekhez” (*natural killer cells*). Ma már mindenki NK-sejteknek nevezi őket; a név is Éva ötlete volt.

A munka és a családi élet minden gondja, nehézsége ellenére Éva nemcsak Györgynek és a világnak, hanem saját magának is bebizonyította, hogy a laborban és otthon is megállja a helyét.

SYLVY ÉS ARTHUR KORNBERG

Biokémikusok



Suly és Arthur Kornberg 1960 táján a Stanford Egyetem laboratóriumában
(néhai Arthur Kornberg szívességéből)

„Suly sokkal korábban ráérezett a komoly kutatás ízére, mint én”¹ – írta feleségéről Arthur Kornberg (1918–2007), az 1959-es élettani vagy orvosi Nobel-díj nyertese *For the Love of Enzymes* (Az enzimek szeretete) című könyvében. Diákkorukban ismerkedtek meg a Rochesteri Egyetemen.

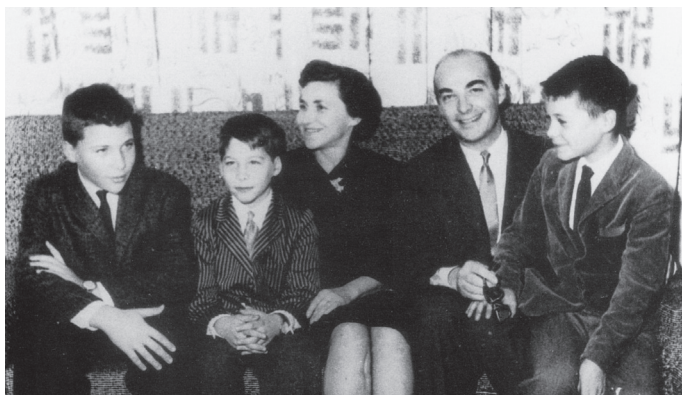
Suly Ruth Levy (1917–1986) Rochesterben született (New York állam). Arthur Kornberg felidézi, hogy a haladó biológiai előadások kedvéért néhány lánnyal együtt ő is átjárt a női kampuszról a River kampuszra.² Akkoriban Arthur orvos akart lenni; ez a szakma azzal kecsegtetett, hogy könnyebben juthat munkához, mint kutatóként, amihez szintén kedve lett volna.³ Suly közben befejezte a tanulmányait, és a Rochesteri Egyetem biokémiai laboratóriumában kezdett dolgozni.

Később Suly Marylandbe költözött: a Nemzeti Rákintézetben kapott állást, Bethesdában. 1942-ben Arthur a Nemzeti Egészségügyi Intézetekbe (National Institutes of Health, NIH) került, szintén Bethesdába, és újra találkoztak. 1943-ban összeházasodtak. 1947 és 1950 között három fiuk született; ebben az időszakban Suly „teljes állású” anya és feleség volt. Ekkor Arthur már eldöntötte, hogy a kutatói pályát választja: biokémikus lesz. Átmentek a Washington Egye-

temre, Carl és Gerty Cori híres St. Louis-i laboratóriumába (Missouri állam). Sylvy itt határozta el, hogy visszatér a kutatáshoz. Roger Kornberg, a legidősebb fiú írta meg nekem, hogy Sylvy „édesapámmal dolgozott a laborban majdnem vagy egészen végig, amíg St. Louisban laktunk (1953–1959). Részt vett apám DNS-szintézist feltáró kutatásában, és a polifoszfat-polimeráz felfedezése során is együtt dolgozott velem; ez fontos munka volt, mert akkoriban nagy érdeklődés övezte a biopolimerek szintézisét.”⁴

Miután James D. Watson és Francis Crick 1953-ban felfedezte a DNS kettős hélix szerkezetét, megnőtt a DNS iránti érdeklődés; Arthurt is foglalkoztatta ez a molekula. Sylvy részt vett a kutatásaiban: ezek az évek bizonyultak legsikeresebb kutatói időszakának. 1955-ben *Escherichia coli*-kivonatokat használt a DNS-polimeráz enzim megismerését célzó vizsgálataikhoz. Arthurék akkor fedezték fel a polifoszfat, a „Poly P” szintézisét, amikor az *Escherichia coli*-ból Sylvy izolálta a polifoszfat-polimeráz szintéziséhez szükséges enzimet. Ezt ő nevezte el polifoszfat-kináznak.⁵ A család hamarosan Kaliforniába tette át a székhelyét; Sylvy folytatta a laboratóriumi munkát még „egy-két évig azután, hogy 1959-ben Stanfordba költöztünk, majd abbahagyta.”⁶

Sylvy tehetséges diák és remek kutató volt. Arthur mesélte: „Akkor már jártunk egymással, amikor szóba hoztam, hogy nagyon jó eredményt értem el kémiából a New York állami Regents-vizsgán. Azt mondta: »Én is.« Aztán megkérdezte: »Mennyit kaptál algebrából és geometriából?« Én kilencvenhetet, de ő százat, mindkettőből. Mégsem volt soha beképzelt a nagy intellektusa miatt.”⁷ Sylvy számára nagy hátrányt jelentett a kutatásban, hogy feleség és három gyerek édesanyja – Arthur tisztában volt ezzel. „Szeretett kutatni, és jól csinálta, de nem volt olyan hihetetlenül ambiciózus, mint Gerty Cori. Odaadón gondoskodott rólam és a gyerekeinkről, így viszont nagyon nehéz lépést tartani a kutatással. Boldogan és csodálattal nevelte fantasztikus gyerekeinket.”⁸



A Kornberg család
(néhai Arthur Kornberg szíveségéből)

Sylvy rendkívül sikeresnek bizonyult a gyereknevelésben. Legidősebb fiuk, Roger biokémikus lett; a Stanford Egyetem szerkezetbiológia-professzora. 2006-ban ő is elnyerte a kémiai Nobel-díjat: megmutatta, hogyan másolják át a sejtek az információt a génjeinkben a fehérjék előállításához. Középső fiuk, Thomas a Kaliforniai Egyetem biokémia- és biofizika-professzora, San Franciscóban; ő írta le először a DNS-polimeráz II-t és III-at. Legkisebb fiuk, Kenneth neves építész-mérnök, a Kornberg Associates elnöke; cége kutatóhelyek és kórházak tervezésére specializálódott.

Néhány jel ellentmondhat annak az Arthurtól származó kijelentésnek, hogy Sylvyben kevés volt az ambíció. Amikor Arthur Kornberg 1959-ben megkapta a Nobel-díjat, a *Miami News* rövid cikket közölt „Hozzásegítették férjüket a Nobel-díjhoz” címmel. Az újság interjút készített Sylvyvel: „Szégyellős, de tudja, mit akar. »Ki mondta, hogy egy anya és feleség nem dolgozhat?« kérdezte. »Persze, én is otthon maradtam, amikor a fiaim kicsik voltak, de nem tűntem el a laborból. Voltak kutatásaim, és szakcikkeket is szerkesztettem.«”⁹

Abból az időből másik idézet is származik Sylvytól: „megloptak”. Többen ezzel támasztják alá, hogy csalódott – úgy érezte, mellőzték, amikor Arthur megkapta a Nobel-díjat, ő pedig nem. Fia, Roger így írt erről: „Nagyon bántotta a viccből odavetett »megloptak«. Tréfának szánta: épp az ellenkezőjét jelentette. Akkor még nem tudta, hogy egy újságíró szó szerint veheti a mondatait, és kínos helyzetbe hozhatja. Természetesen sokakhoz hasonlóan ő is úgy gondolta, hogy édesapám megérdemelten kapta meg a díjat.”¹⁰

Arthur a következőképpen írta le könyvében a történeteket: „Másnap egy újság idézte Sylvyt, aki viccből azt mondta: »megloptak«. Az az igazság, hogy Sylvy jelentős eredményekkel járult hozzá ahhoz a tudáshoz, amely a DNS-polimeráz felfedezéséhez vezetett. El sem tudom képzelni, hogyan haladhatott volna előre ez a munka, ha nem támogat olyan rendíthetetlenül a laboratóriumban és otthon is.”¹¹

MILICA NY. LJUBIMOVA ÉS VLAGYIMIR A. ENGELHARDT

Molekuláris biológusok



Vlagyimir Engelhardt és Milica Ljubimova 1950 körül
(Natalja Engelhardt, Moszkva, szívésségéből)

Milica Nyikolajevna Ljubimova a híres orosz tudós, Vlagyimir Alekszandrovics Engelhardt (1894–1984) felesége és hosszú ideig munkatársa volt. Engelhardtot néha „a szovjet molekuláris biológia atyjá”-nak titulálják. Együtt dolgoztak, és eljutottak egy fontos közös felfedezéshez is, de csak Engelhardt lett híres, feleségéről szinte semmit sem tudunk. Megpróbáltam összegyűjteni, amit csak lehetett, később pedig lányuk jóvoltából egészíthettem ki a képet; Natalja Engelhardt maga is tudós, az Orosz Tudományos Akadémia professzori rangú munkatársa Moszkvában.

Milica Ljubimova Nyikolaj Matvejevics Ljubimov professzor (1852–1906) lánya volt; Ljubimov vezette a Kazáni Egyetem Patológiai és Anatómiai Tanszékét. Ő volt a Kazáni Egyetem első választott rektora az 1905-ös orosz forradalom idején. Milica 1899-ben született, gyerekkorát Kazánban töltötte. Hétéves korában édesapja meghalt. Nemsokára, 1910-ben, édesanyja, két lányával együtt, Moszkvába költözött. Milica Moszkvában járt iskolába, majd a moszkvai egyetem orvosi karára iratkozott be. Nehéz idők vártak rá: az első világháború, két forradalom 1917-ben, a polgárháború és a kommunista diktatúra megalapozásának évei. Milica tehetséges lány és erős egyéniség volt, s a megpróbáltatások

még erősebbé tették. Nagyon korán megtanulta, hogy keményen kell dolgoznia, és ezt soha többé nem felejtette el.

1926-ban, az egyetem elvégzése után, a fiatal Vlagyimir Engelhardt két aspiránsának egyike lett a Biokémiai Intézetben. Engelhardtnak ez volt az első munkahelye: az orvosegyetem után még katonai szolgálatot teljesített.¹ Vlagyimir és Milica 1927 októberében házasodott össze. Nem sokkal később, 1929-ben Engelhardtot felkérték a Kazáni Állami Orvosegyetem Biokémiai Tanszékének vezetésére, és Kazánba költözött. Milica a következő évben ment utána. Ő lett a tanszékvezető-helyettes. A vezetői feladatok mellett folytatta a kutatást is, és docensnek nevezték ki. Ebben az időben Engelhardt és Ljubimova nagyon szerény körülmények között élt; két kis szobát kaptak egy „kommunális lakásban”.* Rengeteg tudós barátjuk volt, élénk intellektuális életet éltek, még rendszeres szemináriumokat is tartottak. Szabadságuk idején hosszú kirándulásokat tettek.² Engelhardt önéletrajzi írásában így festette le hobbijukat:³

Csak egyetlen egyet tudnék említeni: fiatalkoromban szerettem a hegy-mászást. Rendszerint a feleségem is velem jött, aki bátran tűrte a nehézségeket. Először a Közép-Kaukázus hegygerinceire kapaszkodtunk fel, aztán jöttek a Pamír-hegység magas hágói és gleccserei, majd a Tien-san csúcsai a kínai határnál. Jól emlékszem arra a napra, amikor [...] több mint négyezer méter magasan álltunk egy meredek hegygerinc tetején – Kína és a Szovjetunió határán. Egyik lábunk még szovjet földön, a másik már kínain, az előttünk elterülő Takla-Makán sivatagot végestelen végig pára borította.

Első lányuk, Alina 1933 márciusában született. Engelhardtot hamarosan meghívták a leningrádi egyetemre, és a család odaköltözött. Második lányuk, Natalja 1934 decemberében született Leningrádban (ma Szentpétervár).

1935 közepén megint költöztek: visszatértek Moszkvába, ahol Vlagyimir és Milica is az A. Ny. Bah Biokémiai Intézetben dolgozott. 1937-ben Milica megvédte kandidátusi disszertációját, és az Állati Sejtek Biokémiai Laboratóriumában lett tudományos munkatárs.

Ebben az időben jutottak el nagy közös felfedezésükhöz. Az 1920-as évek végén megállapították, hogy az izmaink működéséhez szükséges energiát egy nagy molekula, az adenzin-trifoszfát (ATP) felhasadása szolgáltatja. Ezt a molekulát gyakran „a természet energiaforrása”-nak nevezik. A kutatókat már régóta

* A kommunális lakásban egy-két szoba jutott egy családra; mindenki közösen használta a konyhát és a fürdőszobát.

foglalkoztatta, hogyan megy végbe pontosan ez a folyamat, de addig még nem kaptak rá választ. Amikor vízzel extrahálták az izomszöveteket, hogy kivonják belőle a molekulát, nem találták meg, amit kerestek. Ezért nevezte Engelhardt az ATP-t az „enzimológia Hamupipőké”-jének.⁴

Az Engelhardt házaspárt nem hagyta nyugodni a rejtély, és más módszert kerestek a megoldására. Nem az extraktummal törődtek, hanem a „maradékot” vették szemügyre, tehát azt az anyagot, amely a vízben oldódó enzimek kivonása után még megmaradt. Utólag ez logikusnak tűnik, de előttük senki sem gondolt rá. Azonnal, már első próbálkozásukkor rendkívül nagy enzimaktivitást találtak az extrahálás után visszamaradt folyadékban. Most megint szokatlan lépésre szánták el magukat.

Amikor megpróbálták izolálni az enzimaktivitást hordozó molekulát, úgy döntöttek, hogy először az izom-összehúzódsért felelős miozin nevű fehérjét izolálják – ezt már jól ismerték. Erre a célra nagy koncentrációjú sóoldatokat használtak. Meglepetésükre azt találták, hogy éppen a miozinkivonat mutatja a keresett enzimaktivitást. Vagyis a várakozással ellentétben az enzimaktivitás magából a miozimból származott. Eredményeiket a *Nature*-ben közzétették; a cikk nagy figyelmet keltett. Ez a felfedezés új korszakot nyitott a biokémiában. A következő években az Engelhardt házaspár folytatta a megkezdett munkát, és további alapvető felfedezéseket ért el.

1941 júniusában, amikor a náci Németország megtámadta a Szovjetuniót, Engelhardt és Ljubimova Moszkvában dolgozott. Október 16-ig a Biokémiai Intézet berendezéseinek, személyzetének, családjainak evakuálását irányították. Az első állomás Kazán volt, de később még messzebbre kellett menniük: Frunzéba, Kirgizisztánba. A Biokémiai Intézet és más biológiai intézetek 1943 őszéig maradtak ott, aztán az összes intézet visszatért Moszkvába. Ebben az időszakban, a tudományos munka mellett, Milica a szakszervezeti bizottság vezetői feladatait is ellátta. Ugyancsak sok energiát fordított a kitelepített kutatók és gyerekeik életének megszervezésére.

1943-ban az izomkutatásban elért eredményeikért, elsősorban a miozin enzimikus tulajdonságainak és az izmok mechanokémiájának tanulmányozásáért Vlagyimir Engelhardt és Milica Ljubimova megkapta a Sztálin-díjat (későbbi nevén Állami Díj).

Utóbb más kutatócsoportok is bebizonyították, hogy a miozin áll az izom-összehúzóds hátterében; ez indítja el a folyamatot azzal, hogy kiváltja az ATP hasadását, tehát az energialeadást. Az egyik ilyen kísérletet Szegeden hajtott végre Szent-Györgyi Albert és Banga Ilona (lásd Banga Ilona fejezetét). Közvetlenül a háború után Szent-Györgyi járt Moszkvában, és a Biokémiai Intézetben találkozott Engelhardtékkal. Szent-Györgyi izomkutatásról szóló könyvét⁵ Mili-

ca hamarosan lefordította oroszra.⁶ 1946-ban Vlagyimir Engelhardtot és feleségét Nobel-díjra jelölték az ATP-vel és miozinnal kapcsolatos alapvető felfedezéseikért, de nem őket választották a kitüntetésre.⁷



Milica férfiak gyűrűjében, Moszkvában. Jobbján Szent-Györgyi Albert, balján Vlagyimir Engelhardt (Natalja Engelhardt, Moszkva, szívességéből)

Milica és Vlagyimir nemcsak nagyon sikeres, hanem bátor és nemes ember is volt. Mindössze egyetlen példát említünk: 1944 és 1954 között Engelhardt megpróbálta kiszabadítani és újra bevonni a kutatásba egyik munkatársát, Alekszandr Bajevet. Bajev tehetséges kutató volt, még az 1930-as évek elején dolgoztak együtt Kazánban. Bajev ott maradt, amikor Engelhardték Leningrádba mentek. A következő költözés után Engelhardt meghívta Bajevet Moszkvába, a Biokémiai Intézetbe. 1937-ben, a nagy sztálini terror idején, Alekszandr Bajevet hamis vádak alapján letartóztatták: tíz évet kapott. Büntetését a hírhedt kényszermunkatáborokban kellett letöltenie. Engelhardt gondosan megőrizte Bajev kandidátusi disszertációjának kéziratát, amelynek megvédésére már nem kerülhetett sor. Amikor Bajev kiszabadult, de még száműzetésben kellett élnie Norilszkban, Észak-Szibériában, Engelhart megkereste őt, és Leningrádban megszervezte a disszertációvédést. Később, nagy nehézségek árán, Engelhardt segítségével Bajev kutatói állást kapott Sziktivkarban, Komiföldön, az Uráltól nyugatra, északon. 1949-ben új tisztogatási hullám kezdődött a Szovjetunióban, és Alekszandr Bajevet ismét letartóztatták. Családjával – feleségével és két kisgyerekével – együtt Szibériába száműzték. 1954-es rehabilitálásáig Milica

és Vlagyimir rendszeresen támogatta őt és a családját, pedig az effajta segítség egyáltalán nem volt veszélytelen.⁸

Az 1940-es évek végén Milica akvarellek festésébe kezdett. A következő években ezek és a ceruzarajzok töltötték ki szabadidejét – pihenést, kikapcsolódást jelentettek számára. Szívesen gyűjtött érdekes természeti tárgyakat, amelyeket később felhasznált a képein. Az ő munkái díszítették Engelhardték lakását. Vlagyimir lelkesedett felesége hobbijáért, és roppant büszke volt a kreativitására. Milica vigyázott, hogy semmi fennakadás ne legyen a háztartásban, és Vlagyimir a lehető legjobb körülmények között, minél gondtalanabban dolgozhasson.

Az 1950-es évek közepén Vlagyimir és Milica telket vásárolt Moszkva egyik elegáns elővárosában, Nyikolina Gorában. Milica tervezte meg a házukat finn mintára, a bájos kert is az ő elképzelései nyomán született. A család imádta a házat. Vlagyimir szeretett ott pihenni, a barátait szórakoztatni, és az életében gyakran felmerülő bonyolult problémákon is nyugodtan töprenghetett. A ház, sajnos, nem sokkal Milica halála után leégett.

A háború után Milica zöld növényekben folytatta az izomfehérjék biokémiájának és az izom összehúzódási mechanizmusának tanulmányozását. Felfedezte, hogy a kreatin foszfokináz-aktivitásának nincs köze az aktinhoz. Spektrofotometriával vizsgálta az ATP és a miozin kölcsönhatását. Később a szemérmes mimóza (*Mimosa pudica*) fizikai aktivitásának tanulmányozásába fogott. Az alapkutatás mellett az alkalmazások is érdekelték; ezen a téren szintén sikereket ért el. Új módszert fejlesztett ki az ATP előállítására, és meg is honosította a szovjet iparban. Több újítási igazolást kapott – ez nagyjából megfelel a másutt használatos szabadalomnak. 1957-ben a biológiai tudományok doktora lett. Egész életében fáradhatatlan volt; számos nemzetközi tudományos konferencián is részt vett. 1969-ben a berlini (akkor még kelet-németországi) Humboldt Egyetem orvostudományi tiszteletbeli doktora lett.

Az Engelhardt házaspár 1943-tól, visszatérésétől kezdve folytatta munkáját a moszkvai A. Ny. Bah Biokémiai Intézetben. Vlagyimir Engelhardt fontos posztokat töltött be a szovjet tudományban, sokat fáradozott a kísérleti biológiai kutatás helyreállításáért azok után a károk után, amelyeket a hírhedt Trofim Lisenko regnálása okozott. 1959-ben Engelhardt távozott a Bah-intézetből, és újat alapított. Ezt először a Szovjet Tudományos Akadémia Sugárzási és Fizikai Kémiai Biológiai Intézetének hívták (a „molekuláris biológia” kifejezés még mindig vörös posztó volt a hatóságok szemében). 1969-ben a név Molekuláris Biológiai Intézetre változott, ma V. A. Engelhardt Molekuláris Biológiai Intézet. Milica a Bah Biokémiai Intézetben maradt, és az Állati Sejtek Biokémiai Laboratóriumát vezette. 1975-ben halt meg.

Az idősebbik Engelhardt lány, Alina kémikus lett, de aztán áttért a tudományos információszolgáltatásra. A fiatalabbik, Natalja kísérleti onkológus. Vlagyimir Engelhardt így ír önéletrajzi esszéjében: „Úgy látszik, az orvosi gének a következő generációban is megjelennek: kisebbik lányom a moszkvai Onkológiai Központ laboratóriumának kutatója, egyik lányunokám pedig posztdoktor a Moszkvai Állami Egyetem neuro- és patopszichológiai tanszékén.”⁹ Natalja Engelhardt még dolgozik, most a moszkvai Rákkutató Központ Karcinogenezis Intézetében működő Immunkémiai Laboratórium munkatársa.

IDA ÉS WALTER NODDACK

Kémikusok



Ida és Walter Noddack a laboratóriumukban
(a Cincinnati Egyetem Oesper Kémia-történelmi Gyűjteményeinek szíveségéből)

Enrico Fermi és munkatársai uránt (rendszáma: 92) bombáztak neutronokkal a római La Sapienza Egyetemen 1934-ben, és feltételezték, hogy a termékek között két olyan új elem van, amely nehezebb az uránnál. Ugyanebben az évben a német analitikai kémikus, Ida Noddack más magyarázatot talált a római kísérletre. Felvetette azt a lehetőséget, hogy a neutronbombázás széthasította az uránatommagot, és két olyan elem atomja keletkezett, amely könnyebb az uránnál.¹ Ida Noddack elgondolásáról nem vettek tudomást. 1938 decemberében Enrico Fermi fizikai Nobel-díjat kapott, részben az új nehéz elemek felfedezéséért. Ugyanebben a hónapban Berlinben Otto Hahn és Fritz Strassmann is neutronokkal bombáztott uránt, és a termékek között báriumot mutatott ki. Ezt az uránnál könnyebb elemet régóta ismerték. Lise Meitner és Otto Frisch hamarosan atommaghasadásként értelmezte az eredményt, amivel alátámasztotta Ida Noddack korábbi feltételezését. Nem az atommaghasadás volt az egyetlen eset, amelyben Ida Noddack kutatói intuíciója helyesnek bizonyult.²

Ida Noddack 1896-ban született Lackhausenben (most Wesel), Németországban, Ida Tacke néven. Az első lányok között tanult kémiát és metallurgiát a berlin-charlottenburgi műegyetemen. Ezután ipari állásokat kapott, előbb

az AEG-nél, aztán a Siemens & Halske cégnél, Berlinben. 1925-ben átkerült a berlini Birodalmi Fizikai Technikai Intézetbe (Physikalische Technische Reichsanstalt). Itt együtt dolgozott Walter Noddackkal, aki a periódusos rendszer hiányzó elemeit kereste. Ida Tacke és Walter Noddack 1926-ban házasodott össze.

1925-ben Ida Tacke, Walter Noddack és Otto Berg két új elem felfedezéséről számolt be, az elemeket mazuriumnak (rendszáma: 43) és réniumnak (rendszáma: 75) nevezték el. A nevek az akkori Németország két vidékére utaltak, a Mazuri-tavakra, ahonnan a Noddack család származott (ma Lengyelországhoz tartoznak), és Ida Tacke szülőföldjére, a Rajna (németül Rhein) vidékére, amely az első világháborúban a német győzelmek színtere volt – később az elnevezést a német nacionalizmus megnyilvánulásának tekintették. A tudományos közösség elfogadta a rénium felfedezését, a mazurium története azonban hosszúra nyúlt.

A mazurium felfedezését a kolumbit elemzésére alapozták; ez az érc főként nióbiomot, oxigént, vasat és mangánt tartalmaz. A Noddack házaspár elektron-sugarakkal bombázott egy ércdarabkát, és elemezte a kibocsátott röntgensugarakat. Következtetések szerint az érc a 43-as rendszámú radioaktív elemet tartalmazta. Bírálóik viszont úgy gondolták, hogy az elem túl instabil lenne ahhoz, hogy egy kőzetben megjelenjen. Hozzá tették, ha valamilyen oknál fogva mégis előfordulna abban az ércben, olyan kevés lenne belőle, hogy Noddackék berendezése nem mutathatta volna ki. Valóban: a következő évek során a Noddack házaspár ki tudta vonni a réniumot az ércekből, de a kolumbitból nem tudták kivonni a mazuriumot. A mazurium-történet Noddackék nagy fiaskója lett. Állítólag Ernest Lawrence „nyilvánvaló téveszmé”-nek nevezte Noddackék állítását. Néhány év múlva, 1937-ben, Perrier és Emilio Segrè egy ciklotron-kísérletben felfedezte a 43-as elemet, és technéciumnak nevezte el. A név arra utalt, hogy ez volt az első mesterségesen előállított új elem.

De a mazurium-történet ezzel még nem ért véget. Az 1960-as években kutatók parányi technéciumot találtak a természetben előforduló ércekből, ami ismét felkeltette az érdeklődést a Noddack-féle felfedezés iránt. Az 1980-as évek végén leírtak egy folyamatot, amellyel megmagyarázható a 43-as elem jelenléte abban az ércben, amelyet a Noddack házaspár tanulmányozott, és felvetődött, hogy őket tekintsék a technécium (vagyis a mazurium) valódi felfedezőinek. Mások továbbra is ragaszkodtak ahhoz, hogy a Noddackék által mért érték valószínűtlenül nagy. Ezután az amerikai Szabványügyi és Technológiai Hivatalban (National Institute of Standards and Technology, NIST) végeztek egy „virtuális kísérletet”, amely a Noddack-kísérletet szimulálta spektrumelemző szoftverrel és a rendelkezésre álló legjobb adatbázisokkal. Arra az eredményre jutottak, hogy az 1925-ös adatok valóban származhattak a kolumbitban levő 43-as elemtől. Az IUPAC (a Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége, Internatio-

nal Union of Pure and Applied Chemistry) szerint ezzel bebizonyosodott, hogy a Noddack házaspár 1925-ben valóban a 43-as elemet fedezte fel.

Idának nem volt hivatalos állása 1926-tól, amikor férjhez ment Walter Noddackhoz. Az 1920-as évek végén és az 1930-as években, a gazdasági világválság idején, Németországban ellenezték a nők munkába állását. Azokat is gyakran megfosztották a munkájuktól, akiknek korábban sikerült elhelyezkedniük, hogy férfiakat tegyenek a helyükre. Ida Noddack fizetés nélkül is folytatta kutatásait férje laboratóriumában. Mindig hangsúlyozta azonban, hogy nem pusztán az asszisztense. 1935-ben a Noddack házaspár átment a Freiburgi Egyetem Fizikai Kémiai Intézetébe.

1941-ben, miután Németország megszállta az északkelet-franciaországi Elzászt, az újonnan alapított Strasbourgi Birodalmi Egyetemen (Reichsuniversität Strassburg) Walter Noddackot nevezték ki a Fizikai Kémiai Intézet professzorának és vezetőjének (a francia egyetem, az Université de Strasbourg száműzetésbe vonult). Franciaország felszabadulásáig a házaspár Strasbourgban maradt. Itt Ida is kapott fizetéssel járó állást, noha a náci hatalom ellenezte a férjes asszonyok alkalmazását. A Noddack házaspárt pazarul ellátták berendezésekkel és a kutatáshoz szükséges egyéb eszközökkel. Furcsa, de a strasbourgi periódusban nem született tudományos cikkük. Ez a korszak a náci Németország bukásával természetesen lezárult. J-P. Adloff, aki 1947-ben, tehát évekkel Noddackék távoztása után kezdett kémiát tanítani a Strasbourgi Egyetemen, észrevette, hogy az előadóterem periódusos rendszerében a 43-as elem még mindig mazuriumként szerepel.³

A szakirodalomban élénk vita zajlik arról, hogy a Noddack házaspár náci vagy nácibarát volt-e. A Strasbourgi Birodalmi Egyetemen, amely a nácik egyik mintaegyeteme volt, a kémiaprofesszorok nyolcvan százalékáa belépett a náci pártba – Noddackék nem.⁴ Viszont állást ajánlottak ott nekik, ami arra utal, hogy a náci rezsim megbízható tagjai voltak, és el is fogadták ezeket az állásokat, tehát a kedvezményektől sem idegenkedtek.

1944 novemberében, amikor a szövetséges erők már közeledtek Strasbourghoz, a Noddack házaspár becsomagolta a berendezéseket, és Németországba küldte őket. Később a szövetséges katonai kormányzat engedélyt adott a berendezések megtartására és kutatásaik folytatására. A berendezések birtokában könnyebben találtak állást. 1946 végén a bambergi Filozófiai-Teológiai Főiskolára (Philosophisch-Theologische Hochschule) kerültek, bár nem ez volt a legalkalmasabb hely a kémiai kísérletekhez. Walter Noddack magán geokémiai intézetet létesített a strasbourgi műszerekkel, ahol Ida ismét fizetés nélkül folytatta kutatásait. Az intézetet 1956-ban államosították, Walter Noddack lett az igazgatója – ezt a pozíciót 1960-ban bekövetkezett haláláig megtartotta. Ida

1968-ig dolgozott ott, aztán egy nyugdíjas otthonba költözött Bad Neuenahrba, Bonn közelébe. 1978-ban hunyt el.

Ida Noddack számos kitüntetést kapott. 1925-ben ő volt az első nő, aki plenáris előadást tarthatott a Német Kémiai Társaság konferenciáján. A rénum felfedezéséért 1931-ben ugyanettől a társaságtól mindketten megkapták a Justus Liebig-érmet. A Noddack házaspárt többször is jelölték Nobel-díjra, de nem kapták meg.

Ida Noddack leghíresebb dolgozata a már korábban említett cikk, amelyet azután publikált, hogy Fermi bejelentette a transzuran elemek előállítását. Hogyan hagyhatták figyelmen kívül az elgondolását, miközben a magfizika és a magfizikai kutatás a virágkorát élte? Ernest Hook összegyűjtött egy-két nagyon érdekes okot, amelyekre most röviden kitérünk.⁵

Ida Noddack javaslatát tulajdonképpen nem hagyták figyelmen kívül, egyszerűen nem fogadták el. Pedig ő semmit sem bízott a véletlenre: cikkét külön elküldte Enrico Ferminek, Emilio Segrènek, valószínűleg másoknak is. Fermi végzett néhány számítást, amelynek alapján úgy gondolta, hogy nem lehet szó hasadásról. A nagyon elismert Otto Hahn és Lise Meitner publikációi akkor még Fermi következtetését támasztották alá. De nemcsak Fermi és Segrè, hanem Hahn és Meitner, sőt Irène és Frédéric Joliot-Curie is elmulasztotta a maghasadás korai felfedezését annak ellenére, hogy „szóltak nekik”. Miért?!

Mivel Ida Noddack analitikai kémikus és geokémikus volt, javaslatának talán nem tulajdonítottak akkora jelentőséget, mint egy magkémikusénak vagy magfizikusénak. Ehhez hozzájárult a mazurium korábbi, baklövésnek tartott felfedezése. Feltételezett nácibarát érzelmük sem növelte hihetőségüket a kollégák szemében. Túlságosan leegyszerűsíténénk a képet, ha az Ida Noddackkal szembeni elutasító attitűdöt női mivoltának tulajdonítanánk – nemcsak a Curie család híres nőtagjai miatt, hanem mert Lise Meitner is ezen a területen dolgozott. De az is igaz, hogy Meitnert sokszor nem kezelték az értéken, és pusztán Hahn asszisztensének tekintették, pedig végképp nem volt az.

Megalapozott feltevésnek tűnik, hogy Ida Noddack javaslatát azért utasították el, mert megelőzte a korát, idő előtt született. Amikor évekkel később Laura Fermi felvetette a férjének, hogy 1934-es kísérletükben valószínűleg maghasadást idéztek elő, csak nem vették észre, Fermi helyeselt: „Pontosan ez történt. Nem volt annyi fantáziánk, hogy erre gondoljunk.”⁶ A maghasadás valóban újdonság volt, és Ida Noddack komoly bizonyítékok nélkül állt elő az elképzelésével. Azok a kutatók, akik olvasták a cikkét, csak spekulációnak tekintették. Nem tudjuk, mi volt, utólag mindenestre korszakos elgondolásként tartjuk számon.

Otto Hahnak nagyon nehéz lehetett volna elfogadnia Ida Noddack felvetését, ami abból is látszik, hogy a maghasadásról szóló 1938-as, alapvető dolgoza-

tában Hahn és Strassmann még ahhoz sem vette a fáradságot, hogy hivatkozzon Ida 1934-es cikkére. Ida úgy érezte, neki is meg kell jelentetnie egy rövid közleményt ugyanabban a lapban, a *Naturwissenschaften*ben, ahol Hahn és Strassmann publikálta a felfedezését. Ebben elpanaszolta, hogy félresöpörték a javaslatát, noha személyesen magyarázta el az elképzeléseit Hahnnak.⁷ A folyóirat felkérte Otto Hahnt a válaszra, de ő visszautasította a felkérést. Így Ida közlése a szerkesztő megjegyzésének kíséretében jelent meg: e szerint Hahn és Strassmann arról tájékoztatta a lapot, hogy sem kedvük, sem idejük nincs válaszolni. Utólag érthetetlen, hogy a nehéz atomok kisebb részekre való bomlásának lehetőségét számos kutató tárgyalta, de a tudósok semmilyen következtetést nem vontak le a kísérleti adatokból. Másokra hagyták annak az eldöntését, hogy Ida Noddack kijelentése és érvelése hitelt érdemlő-e.

Sok találgatás látott még napvilágot arról, hogy miért utasították el Ida Noddack felvetését, a maghasadás lehetőségét. A maghasadás 1938–1939-es felfedezését követő események minden kétséget kizáróan megmutatták a folyamat óriási jelentőségét. Mi történt volna, ha az atombomba készítésének ötlete négy évvel korábban fogalmazódik meg Németországban? Tragikusan megváltoztathatta volna a történelem alakulását. Lehet, hogy hálásnak kell lennünk, amiért az összes fizikus és magkémikus olyan sokáig nem fogta fel Ida Noddack felvetésének jelentőségét.

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS

A tudós házaspárokról szóló rész befejezéseként két további példát említek. 1995-ben a neurobiológus Lily Jant beválasztották az Amerikai Tudományos Akadémia tagjai közé. Nem volt hajlandó elfogadni az elismerést, mert férjének, akivel együtt dolgozott, nem ajánlották fel a tagságot. Az Akadémia szabályzata szerint a javasolt tudós egy évig gondolkozhat azon, hogy elfogadja-e a megtiszteltetést. Egy éven belül Yuh Nung Jant, a férjét is felterjesztették az akadémiai tagságra: a házaspár most már boldogan elfogadta a kettős jelölést.

Lily és Yuh Nung Jan a Kaliforniai Egyetem biofizika-professzora San Franciscóban. Még egyetemista korukban ismerkedtek meg a Tajvani Nemzeti Egyetemen. Doktori ösztöndíjasként kerültek az Egyesült Államokba, a Kaliforniai Műszaki Egyetemre. Először elméleti fizikát tanultak, de a fizikusból lett biológus, Max Delbrück ösztönzésére áttértek a biológiára. Már házasok voltak, amikor biofizikából és fizikából megszerezték a PhD fokozatukat.

Eleinte két különböző problémán dolgoztak, de hamarosan úgy döntöttek, összehangolják a munkájukat, és azóta együtt kutatnak. Első nagy felfedezésükben azt mutatták meg, hogy egy bizonyos peptidhormon neurotranszmitterként is működhet. Másik fontos eredményük a káliumcsatornákhöz fűződött, aztán a gének klónozása és a neuronok fejlődése terén is jelentős felfedezéseket tettek. Eredményeiket közös díjakkal ismerték el, a néhány legújabb a 2010-es Edward M. Scolnick idegtudományi díj, a 2011-es orvosbiológiai Wiley-díj és a 2012-es idegtudományi Gruber-díj.

A Jan házaspárnak két gyermeke született. Az otthoni teendőket ugyanúgy közösen látták el, mint a laboratóriumi feladatokat. Összehangolták a beosztásukat, például több „műszakot” vezettek be a kísérleteikben, hogy egyikük a gyerekekkel lehessen. „A közös kutatás nagyon beválk – mondta Lily. – Két ember kitűnően dolgozhat együtt, és az eredmény nem csak annyi, amennyit külön-külön értek volna el.” Yuh Nung egyetértett: „Nagyon jól működik. A személyiségünk és a munkánk is kiegészíti egymást.” Lily rendkívül türelmes és összeszedett, magyarázta Yuh Nung, ő pedig impulzívabb, „vad és örült ötletekkel”¹ áll elő.

Lily Jan akadémikusi jelölése után tizenhárom évvel, 2008-ban, Nancy Jenkins rákgenetikusnak is felkínálták az Amerikai Tudományos Akadémia tagságát. Ő azonban kijelentette, hogy lehetetlen szétválasztani, kettőjük közül ki mivel járult hozzá az eredményeikhez, ezért a férje nélkül nem fogadhatja el a megtiszteltetést.² Az egyéves gondolkodási időn belül az ő férjét, Neal Copelandot is akadémikusnak jelölték. A házaspár ezután lett az Akadémia tagja.

Nancy Jenkins és Neal Copeland kutatói pályája során végig együtt dolgozott. A Harvard orvosi karán ismerkedtek meg, posztdoktori gyakorlatuk alatt. 1980-ban mindketten a Jackson Laboratóriumban kaptak állást, Maine-ben. Ez a nonprofit szervezet emlősökön folytat genetikai kutatásokat, főként egereken. Nancy és Neal összeházasodott, és a következő dilemmával találta szembe magát: „Ezután folyton versenyzünk egymással, vagy inkább együtt dolgozunk? Az együttműködés győzött.”³

Három évet töltöttek Maine-ben, aztán a Cincinnati Egyetem orvosi karán, majd Frederickben (Maryland állam) a Nemzeti Rákintézetben (National Cancer Institute, NCI) dolgoztak. Egérkísérleteikben elsősorban emberi betegségeket modelleztek, többnyire rákot. Olyan géneket találtak meg, amelyek rákot okoznak, és remélik, gyógyszereket is sikerül kifejleszteni ezeknek a géneknek a hatástalanítására. A Nemzeti Rákintézetben körülbelül hússzezer állatból álló egérkolóniát hoztak létre.

2006-ban váratlan lépésre szánták el magukat: Szingapúrba költöztek. A városállam jelentős kutatóhelyeket akart kifejleszteni, és bőkezűen támogatta a molekuláris biológiát. Sok vezető kutató gyűlt össze Szingapúrban – nemcsak a kedvező anyagiak miatt, hanem azért is, mert szabadon választhatták meg kutatási területüket. Nancy Jenkins szavaival: „Szingapúrban részt vehettünk egy új kutatói közösség, a Biopolis kialakításában, és éltünk is a lehetőséggel. Már huszonkét éve dolgoztunk az NCI-ban, és szívesen változtattunk. Szingapúr nagy pénzügyi támogatást ajánlott fel, és az egereknek is tágas helyet kínált, hogy végrehajthassuk a feltételezett rákgének genetikai szűrését. Ezt a munkát csak nagy nehezen végezhetjük volna el az Egyesült Államokban. Szeretünk Szingapúrban élni. Gyönyörű városállam, és rengetegen költöztek át ide: szinte otthon érezzük magunkat.”

2011-ben Nancy Jenkins és Neal Copeland rendkívüli ajánlatot kapott a houstoni (Texas állam) Methodista Kórház Kutatóintézetétől. Az új kezdeményezés jegyében, amely a *Science*-ben a „Texas 3 milliárd dolláros támogatása oda-csalogatja a nehézsúlyú kutatókat”⁴ főcímmel jelent meg, a házaspár visszatért az Egyesült Államokba. A Methodista Rákkutató Programnak Neal az igazgatója, Nancy a társigazgatója. A Methodista Főiskolán Neal a Rákbiológiai Kar, Nancy a Genetikai Kar dékánja.

Amikor arról érdeklődtem e-mailben, hogyan tudnak együtt dolgozni, Nancy ezt válaszolta: „Nagyon hasonló az érdeklődésünk, megegyeznek az elvárásaink, mégsem ugyanabban vagyunk jók: kiegészítjük egymást. Biztos, hogy a többség nem viselné el ezt a közelséget, de nálunk még a dolgozószoba is közös – nekünk nagyon bejött!”

Banga Ilona, Lily Jan és Nancy Jenkins bátorsága rokonszenves. Elgondolkoztam azon, hogy mi történne fordított esetben. Ugyanezt tenné az a férfi kutató is, aki együtt dolgozik a feleségével, de egyedül kap díjat?*

A páros férfi tagja is úgy gondolná, hogy nem szabad elfogadnia azt az elismerést, amelyre együtt szolgáltak rá?

* Érdeklődtem az Amerikai Tudományos Akadémián, de kérdésemre nem válaszoltak.

A CSÚCSON

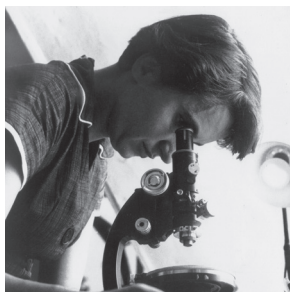
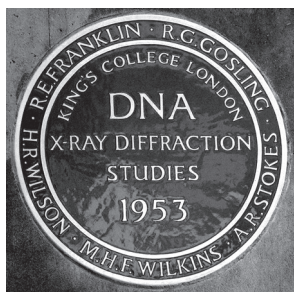
Példáink tudós házaspárjainak nőtagjai nagyszerű tudományos eredményeket mutattak fel. A következő oldalakon ugyanilyen remek kutatónőket mutatok be. Ők is kitűntek kutatási területükön, ők is gyakran küzdöttek le akadályokat, és kitartóak voltak. Ezek a tudósok nem merültek a feledés homályába, de okkal feltételezhetjük, hogy sok más nőről elfeledkeztünk. Néhány „hősünk” megkapta a legrangosabb kitüntetést, a Nobel-díjat; ők a többiek között foglalnak helyet a könyvben, mert a történetek ábécésorrendben követik egymást. A Nobel-díj azonban annyira ismert, hogy előbb gyorsan számba vesszük azokat a Nobel-díjas női tudósokat, akik nem szerepelnek a következő fejezetekben.

Még mindig nagyon kevés Nobel-díjas van a kutatónők között, de az utóbbi időben gyorsabban növekszik a számuk, mint a Nobel-díj első évszázadában. Minden Nobel-díjas női tudós emblematikus; nem azért, mert szükségképpen nagyobb tudós másoknál, hanem mert ismertsége miatt inspirálja a leendő kutatókat. Azok a női tudósok is emblematikusak, akik azért lettek híresek, mert nem kapták meg a Nobel-díjat. A következő lapokon szó esik néhányukról, de kettőt külön is kiemelünk, mert ők – Lise Meitner és Rosalind Franklin – nem kaptak most külön fejezetet. A Bevezetésben már szó esett róluk, most pedig szeretném kiegészíteni a korábbiakat.

Rosalind Franklin életét mára aprólékosan feltárták, eredményeit elismerik és értékelik. De az iránta megnyilvánuló nagy érdeklődés jórészt abból az igazságtalan képből ered, amelyet James D. Watson festett róla egyébként kiváló könyvében, *A kettős spirálban*.¹ Később legalább két valóságosabb, így kedvezőbb írás is megjelent róla.² Ezért elmondhatjuk, hogy Rosalind Franklin végül elnyerhette az őt megillető helyet azoknak a felfedezéseknek a krónikájában, amelyekben részt vett; a DNS szerkezetének feltárása volt a legnevezetesebb.

Lise Meitner helyét az atommaghasadás felfedezésében való részvétele jelöli ki a tudománytörténetben. Ezt a helyet azonban rendhagyó módon szerezte meg. Két monográfiát szenteltek neki,³ de ennél több is történt. Meitner elmaradt Nobel-díja azóta téma, hogy Otto Hahn egyedül nyerte el az 1945-ös Nobel-díjat. A Svéd Királyi Tudományos Akadémia ebben az esetben nem menthette fel magát teljesen a bíráló alól. Egyik fizikus tagja, Ingmar Bergström alaposan áttanulmányozta Lise Meitner mellőzését, és 1999-ben az Akadémia elé tárta tanulmányát. Bergström megállapította, hogy Lise Meitner megkaphat-

ta volna a Nobel-díjat – de nem így történt: sajnos ezúttal sem tüntettek ki egy arra érdemes tudóst. A tanulmány hatására az Akadémia úgy döntött, hogy még abban az évben éremmel tiszteleg Lise Meitner előtt: női tudóst először ért ilyen elismerés. Ingmar Bergström előadásának szerkesztett változatát nyomtatásban jelentette meg a Svéd Királyi Tudományos Akadémia.⁴



Balról jobbra: Emléktábla a King's College falán, Londonban (Hargittai István felvétele); Rosalind Franklin (Aaron Klug szívességéből); a Svéd Királyi Tudományos Akadémia Lise Meitner tiszteletére kibocsátott érme (Hargittai István felvétele)

Olyan kevés Nobel-díjas van a nagyszámú kutató között, hogy nincs mód megbízható statisztikai vizsgálatra, de nem kérdés, hogy a nők alul vannak reprezentálva a kitüntetettek között. Az 1. táblázat az összes Nobel-díjról közöl adatot, és a tudományok szerinti megoszlásról is ad információt. A fizikai, kémiai és orvosi (,,élettani vagy orvosi”) díjon kívül irodalmi és béke-Nobel-díjat is odaítélnek. A hatodik a Svéd Bank közgazdaság-tudományi Alfred Nobel-emlékdíja, amelyet általában közgazdasági Nobel-díjnak neveznek.

A három természettudományi kategória közötti megoszlás nem egyenletes. Fizikából kapott a legkevesebb nő, mindössze egy százalék Nobel-díjat. A legtöbb nőt élettani vagy orvosi Nobel-díjjal tüntették ki: öt százalék az arányuk. A kémia, két és fél százalékkal, középen helyezkedik el. Ez összhangban áll az azal, hogy a kutatónők legnagyobb része orvosi biológiára, legkisebb része fizikára szakosodik. Az összes Nobel-díjból – az irodalmi, a béke- és a közgazdasági Nobel-díjat is beleértve – a nők részesedése kicsit több mint öt százalék; összesen negyvenhat között oszlanak meg az elismerések. A Nobel-díjak körülbelül egyharmadát kapták a három természettudomány kutatónői.

A 2. táblázat a tudományos Nobel-díjas nők nevét sorolja fel. A tizenhat Nobel-díjas nő közül kilencről részletesen beszámolunk a könyvben, az első három Nobel-díjasról az előző részben volt szó. A Nobel-díj presztízse miatt a többi hét tudományos Nobel-díjas nőt most mutatjuk be röviden.

1. táblázat. Női Nobel-díjasok 2014-ig

Kategória	Kitüntetettek száma	Kitüntetett nők száma	Kitüntetett nők százaléka
Fizikai	199	2	1,0
Kémiai	169	4	2,4
Élettani vagy orvosi	207	11	5,3
Irodalmi	111	13	11,7
Béke	103 ^a	16	15,5
Közgazdasági	75	1	1,3
Természettudományi			
összesen	575	17 ^b	3,0
Összesen	864 ^a	47 ^b	5,4

^a Rajtuk kívül huszonöt szervezetet is kitüntettek Nobel-békedíjjal.

^b A Nobel-díjas nők száma eggyel kevesebb, mert Marie Curie fizikai és kémiai díjat is kapott.

2. táblázat. Természettudományi Nobel-díjas nők^a

Fizikai	Kémiai	Élettani vagy orvosi
1903, <i>Marie Curie</i>	1911, <i>Marie Curie</i>	1947, <i>Gerty Cori</i>
1963, <i>Maria Goeppert Mayer</i>	1935, <i>Irene Curie</i>	1977, <i>Rosalyn Yalow</i>
	1964, <i>Dorothy Hodgkin</i>	1983, <i>Barbara McClintock</i>
	2009, <i>Ada Yonath</i>	1986, <i>Rita Levi-Montalcini</i>
		1988, <i>Gertrude Elion</i>
		1995, <i>Christiane Nüsslein-Volhard</i>
		2004, <i>Linda Buck</i>
		2008, <i>Françoise Barré-Sinoussi</i>
		2009, <i>Elizabeth H. Blackburn</i>
		2009, <i>Carol W. Greider</i>
		2014, <i>May-Britt Moser</i>

^a A kötet önálló fejezeteiben bemutatott díjazottak neve kurzíválva szerepel.



Balról jobbra: Három Nobel-díjas nő: Dorothy Hodgkin brit bélyegen, Barbara McClintock a Cold Spring Harbor-i Laboratóriumban (Karl Maramorosch szívességéből) és Elizabeth Blackburn (Hargittai Magdolna felvétele)

Dorothy Hodgkin

Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910–1994) brit krisztallográfus volt, mind a mai napig ő az egyetlen nő a számos brit Nobel-díjas tudós között. Azzal vonult be a tudomány történetébe, hogy fontos biokémiai anyagok háromdimenziós szerkezetét határozta meg, elsősorban a penicillinét, a B12-vitaminét és az inzulinét. Ezekhez a vizsgálatokhoz tovább kellett fejlesztenie a mérési módszereket, amelyek nem voltak még alkalmasak ilyen bonyolult rendszerek vizsgálatára. Az inzulin közel nyolcszáz atomból áll; harmincöt évbe telt, amíg Dorothy a szerkezet minden részletét feltárta – a munkát csak öt évvel a Nobel-díj elnyerése után fejezte be. Nagyon kedves, népszerű egyéniség volt, tartózkodó, de határozott nő, csodálatos feleség és három gyerek édesanyja. Egyik kollégája, a Nobel-díjas Max Perutz szerint: „Varázslat lengte körül. Nem voltak ellenségei, még azok között sem, akiknek lerombolta tudományos elméleteit, vagy akiknek politikai nézeteivel szembehelyezkedett. [...] Dorothyt nagy kémikusként őrizzük meg az emlékezetünkben; szentek módjára, toleránsan és gyengéden szerette az embereket, és a béke elszánt híve volt.”⁵

Barbara McClintock

Barbara McClintock (1902–1992) a „transzpozonok” vagy „ugráló gének” felfedezéséért kapta a díjat – körülbelül negyven évvel a felfedezés után. Először a Cornell Egyetemen tanulmányozta a genetikát, aztán rövid ideig más intézményeknél dolgozott, végül a Cold Spring Harbor-i Laboratóriumban állapodott meg 1940-ben. Genetikai vizsgálatainak tárgya a kukorica volt. Ő fedezte fel, hogy a gének a kukorica DNS-ének egyik helyéről át tudnak kerülni egy másikra, és a változás együtt jár a kromoszóma mutációjával vagy károsodásával. Felfedezései „annyira megalózták korukat, hogy már-már eretneknek számítottak”⁶ Hosszú időbe telt, amíg komolyan vették őket. Körülbelül húsz évvel azután, hogy Barbara McClintock felfedezte a jelenséget a kukoricában, hasonló mozgó elemeket, transzpozonokat fedeztek fel a baktériumokban is.

Linda Buck

Linda B. Buck (1947–) a Washingtoni Egyetem Fred Hutchinson Rákkutató Központjában dolgozik, Seattle-ben. Azt vizsgálja, hogyan különböztetnek meg az emberek és más emlősök több ezer szagot, és feltérképezi a különbséget érzékelő agyi mechanizmust. Richard Axellel nyerte el a 2004. évi Nobel-díjat a szagreceptorok és a szaglórendszer működését feltáró felfedezéseikért. Megha-

tározták, mely gének szabályozzák a szagérzékelésünket. Az orrunkban van egy szagreceptor-fehérje együttes, amely „különböző kombinációkban működik, így az agy csaknem végtelen számú szag azonosítására képes – nagyon hasonlóan ahhoz, ahogy az ábécé betűiből különböző szavakat rakhatunk ki.”⁷ Linda Buck a Nobel-díj elnyerése óta folytatja kutatásait, és ma már azt is tanulmányozza, hogyan idéznek elő a feromonok bizonyos automatikus viselkedéseket az állatokban.

Françoise Barré-Sinoussi

Françoise Barré-Sinoussi (1947–) a 2008. évi Nobel-díj felén osztozott Luc Montagnier-vel az emberi immunhiány-előidéző vírus felfedezéséért. A Nemzeti Egészségügyi Intézetekben szerezte meg PhD fokozatát, és egy újabb, posztdoktori év után a párizsi Pasteur Intézetbe került, Montagnier csoportjába. A rák és a retrovírusok között kerestek kapcsolatot; a retrovírusokban az átírási folyamat különbözik más vírusokétól. Az 1980-as évek elején új járvány tört ki Afrikában; Françoise Barré-Sinoussi és Luc Montagnier néhány éven belül megtalálta a betegséget okozó vírust – ami retrovírusnak bizonyult. Később neveztek el emberi immunhiány-előidéző vírusnak (human immunodeficiency virus, HIV). Azóta is tanulmányozzák. A Nobel-díjat hírül adó sajtóközlemény szerint: „A HIV új járványt indított el. A természet- és az orvostudomány még soha nem volt ilyen gyors egy új betegség felfedezésében, eredetének kimutatásában és gyógy módjának kidolgozásában. A sikeres antiretrovírus-terápia segítségével a HIV-fertőzött emberek életésélye ma már megközelíti a fertőzésmentes emberekéét.”⁸

Elizabeth H. Blackburn és Carol W. Greider

A 2009. évi élettani vagy orvosi Nobel-díjat három kutató, Elizabeth Blackburn (1948–), Carol Greider (1961–) és Jack Szostak (1952–) nyerte el. Ők fedezték fel, hogyan védik a telomérák és a telomeráz enzim a kromoszómákat. A felfedezés közös munka eredménye: Elizabeth Blackburn és Jack Szostack az 1980-as évek elejéig külön dolgozott, de ekkor együttműködésbe kezdtek. Carol Greider, aki akkor Elizabeth Blackburn doktori diákja volt, hamarosan bekerült a csoportba. A Nobel Bizottság sajtóközleménye szerint a kitüntetettek „a biológia egyik nagy problémáját oldották meg: hogyan másolhatók át a kromoszómák épségben sejtosztódáskor, és mi védi meg őket a károsodástól.”⁹ Carol Greider és Elizabeth Blackburn felfedezte a telomeráz enzimet is, amely katalizálja a telomérák képződését. A kutatók azt is megmutatták, hogy a telomérák fontos szerepet játszanak az öregedésben; a telomérák rövidülése vezet, többek között,

a sejtek és rajtuk keresztül a szervezet öregedéséhez. Kimutatták, hogy a ráksejtek osztódásakor megnövekszik a telomeráz-aktivitás. Ma nagy erővel kutatják, hogyan használható fel mindez a rák elleni küzdelemben.

May-Britt Moser

A könyv angol változata már a nyomdában volt, amikor bejelentették a 2014. évi Nobel-díjakat. May-Britt Moser (1963–) és Edvard Moser (1962–) – egy tudós házaspár – nyerte el a 2014. évi élettani vagy orvosi Nobel-díj felét az agy helymeghatározó rendszeréhez kapcsolódó felfedezéseiért. (A díj másik felét John O’Keefe [1939–] kapta.) May-Britt és Edvard Moser a Norvég Természettudományi és Műszaki Egyetem (NTNU) professzora Trondheimben. PhD-disszertációjukat még eltérő kutatásokból írták, de aztán „egyesítették erőiket”, és közös laboratóriumot hoztak létre; azóta együtt dolgoznak. May-Britt nemrégiben azt nyilatkozta, hogy komplementer személyiségük miatt tökéletes munkatársak. Az idegtudományban érték el átütő eredményt: feltárták, hogyan alkotja meg az agy saját navigációs rendszerét („az agy GPS-ét”). A Moser házaspár újfajta sejteket fedezett fel, amelyeket rácssejteknek nevezett el. A rácssejtek periodikus mintázatot alkotnak az agyban, és ez – a térképhez hasonlóan – segít a tájékozódásban. May-Britt és Edvard Moser felfedezése az Alzheimer-kór és más neurodegeneratív betegségek gyógyítását is elősegítheti.

JOCELYN BELL BURNELL

Csillagász



Jocelyn Bell Burnell; balra: 1975 táján (Jocelyn Bell Burnell szívességéből), jobbra: 2002-ben (Hargittai Magdolna felvétele)

„Jocelyn Burnell [...] remek ember, el sem tudom mondani, mennyire csodálom. Mindig megkérdezik, nem volt-e szomorú [hogy nem kapta meg a Nobel-díjat], és mindig azt válaszolja, miért kellene szomorúnak lennem: abból csináltam karriert, hogy nem kaptam meg a Nobel-díjat. Kétség sem fér hozzá, hogy igazságtalanul bántak vele, mégis boldog; egyáltalán nem ártottak neki” – ezekkel a szavakkal jellemezte nekem Freeman Dyson, a híres fizikus és író Jocelyn Bell Burnellt.¹

Jocelyn története röviden a következő: tett egy felfedezést, amikor a Cambridge-i Egyetem PhD-hallgatója volt (Angliában). Témavezetője, Antony Hewish ismert csillagász tervezte meg a kísérletet. Hewish jelentős szerepet játszott az észlelt jelenség értelmezésében is; később Nobel-díjat kapott. Teljes joggal megérdemelte az elismerést, de Jocelynt igazságtalanul mellőzték.

Jocelyn Bell 1943-ban született Észak-Írországbán, a család négy gyermeke közül elsőként. Az iskolában korán megragadták a természettudományos tárgyak. 1957-ben, amikor fellőtték a szovjet szputnyikot, a lelkesedés hevében elhatározta, hogy tudós lesz. Miért éppen csillagász? Édesapja rendszeresen vitt haza könyveket a városi könyvtárból, és Jocelyn átböngészte őket. A papa egy

nap csillagászati könyvekkel tért haza – Jocelyn mintha csak erre várt volna. Magával vitte a könyveket a szobájába, „megfogott a lépték, a nagyság és az az izgalom, amely még az ötvenes évek végén, a hatvanas évek elején is kitapintható volt a csillagászatban. Rájöttem, hogy a fizika, amit az iskolában tanultam, esz-közként használható a kozmosz megismeréséhez.”²

Jocelyn először Belfastban járt iskolába, aztán egy angliai internátusba került. Skóciában volt középiskolás, a Glasgow-i Egyetemen szerzett BSc fokozatot 1965-ben. Utána Cambridge-ben tanult csillagászatot. Antony Hewish professzor épp akkor váltott kutatási területet: úgy döntött, rádiógalaxisokat tanulmányoz. Rendkívül érzékeny rádióteleszkópot tervezett, amelynek elkészítéséből PhD-hallgatója, Jocelyn is kivette a részét. Hatalmas szerkezet volt, rengeteg rudat és sok kilométer huzaltak fel a megépítéséhez. Jocelyn feladata volt a megfigyelés és a távcsöből érkező több ezer jel értelmezése. A berendezés 1967 júliusában kezdte meg működését, Jocelyn novemberben figyelte meg az első furcsa jeleket.



Jocelyn Bell a teleszkóp előtt (Jocelyn Bell Burnell szívességéből)

Hewish beszámolója szerint: „Az égboltfelmérést úgy terveztem, hogy több száz rádiógalaxist figyelhessünk meg hetente. Egy nagyon szerencsés véletlen folytán az általam tervezett berendezés egy addig ismeretlen jelenség, a pulzár detektálására is alkalmas volt. Teljesen váratlanul bukkantunk a pulzárra, senki sem jósolta meg a létezését. A tudomány időnként meghökkenítő jelenségekkel áll elő...”³ Jocelyn élénken emlékszik azokra a napokra:⁴

A felfedezés a véletlen műve volt, hiszen azelőtt senki sem hallott még a pulzárokról. A szó szoros értelmében elképzelhetetlenek voltak. A kvazárokat tanulmányoztam; ezek a világegyetem nagyon távoli objektumai. A következő hasonlat talán jól érzékelteti a szituációt: mondjuk, a naplementéről akarunk videofelvételt készíteni egy ideális pontból, ahonnan csodálatosan látszik a hanyatló Nap. Egyszer csak jön egy autó, leáll előttünk, villognak a vészjelző lámpái – tönkreteszi a felvételünket. Hát ilyesmi történt velünk is. Az univerzum néhány legtávolabbi objektumát vizsgáltuk, és bekúszott a képbe egy furcsa jel. Kiderült, hogy pulzártól származik.

A furcsaság abból adódott, hogy a jelek nagyon élesek voltak, és szabályos időközönként ismétlődtek. A felfedezők először azt gondolták, meghibásodott a berendezésük. Aztán arra gyanakodtak, hogy valami zajt mérnek, emberektől származó jeleket, amelyek nem az égboltról érkeznek. Jocelynnek az is eszébe jutott, hogy egy távoli civilizáció üzeneteit rögzítette, zöld emberkéknak (Little Green Men, LGM) hívta őket. Tudta, hogy ha valaha üzenet érkezik egy világuribeli civilizációtól, valószínűleg a rádiócsillagászok észlelik majd a jeleket. Hamarosan második jelet is találtak, amely biztosan máshonnan érkezett, aztán egyre több ilyen jelet detektáltak. Ebből megértették, hogy el kell vetniük a távoli civilizáció híradásának ötletét: annak a valószínűsége nulla, hogy két, sőt több civilizációtól kapunk egyszerre üzeneteket a Földön. Jocelyn azt mondta: megkönnyebbült ettől a felismeréstől. Alig hittem a fülemnek, mert fantasztikus felfedezés lett volna, ha földön kívüli civilizációval lépnek kapcsolatba. De Jocelyn gyakorlatias: szerinte éppen ez lett volna a baj – valószínűleg nem tudta volna befejezni a disszertációját a hátralevő fél évben, és utána lejárt az ösztöndíja.⁴

Végül Antony Hewish értelmezte a meglepő észleléseket. A jelek neutroncsillagoktól érkeztek. Ezeknek a képződményeknek rendkívül nagy a sűrűségük, az atommagokéhoz hasonló – olyan, mintha a Nap tömegét tíz kilométer sugarú golyóba gyömöszölték volna. A „neutroncsillag” elnevezés nem azt jelenti, hogy kizárólag neutronokból állnak, hanem azt, hogy több neutron van bennük, mint a Föld bármelyik anyagában. A pulzár elnevezés a pulzáló rádiócsillagra utal. Az észlelt pulzároknak nagyon erős mágneses terük van. Mágneses pólusaik nem esnek a forgástengelyeikre; ezt a jelenséget a Föld esetében is tapasztaljuk. A pulzár forgása közben a mágneses pólusáról kibocsátott sugár végigsöpri az eget: a világítótoronyból kibocsátott fény is így söpri végig a tengert. Amikor a sugár a Föld fölött halad el, a rádióteleszkóp észlel egy jelet: így jutunk el a szabályos pulzussorozathoz.

Hamarosan a világ más rádiócsillagásza is elkezdtek keresni a pulzárokat, és sokat fel is fedeztek. A Harvard-obszervatórium (Harvard College Observatory) csillagásza, Joseph Taylor is közéjük tartozott, és elsőként támasztotta alá a cambridge-i észleléseket. 1974-ben Antony Hewish és Martin Ryle (aki rokon felfedezést tett) megkapta a fizikai Nobel-díjat. Jocelyn nem került be a kitüntetettek közé – és abban az időben, négy évtizeddel ezelőtt, senki sem gondolta, hogy ott a helye, még ő maga sem. Boldog volt, hogy a csillagászat megkapta a lehető legnagyobb elismerést:⁵

Nagyon örültem, jórészt „politikai okokból”. Stratéga vagyok, politikus alkat. Ekkor adtak először fizikai Nobel-díjat csillagászati eredményért. Természetesen nincs külön csillagászati Nobel-díj, és hozzánk a fizika áll a legközelebb. [...] Ekkor jelezték először világosan, hogy a csillagászatnak ott a helye, és ez hihetetlenül fontos volt. Egy sor ajtót kinyitott előttünk. Ezt azonnal láttam, és ennek borzasztóan örültem. [...] Meg voltam elégedve.

Akkor még élt az a felfogás, hogy a tudomány a „nagy emberek” dolga (és emberek alatt férfiakat értettek). Ezek a nagy emberek asszisztenseket tartottak, akik sokkal alacsonyabb rendűek és butábbak voltak náluk, nem vártak tőlük gondolatokat, csak az utasításaikat kellett végrehajtaniuk. Így folyhatott a kutatás száz évvel ezelőtt, de talán még néhány évtizede is. Az utóbbi harminc évben azonban rájöttünk, hogy a kutatás inkább csapatmunka, amely rengeteg ember ötletéből, elgondolásából táplálkozik. De akkor, amikor a Nobel-díjról döntöttek, még azt hitték, hogy a tudomány a nagy emberek privilégiuma, és a díjak – minden díj – odaítélése ehhez a képhez igazodott. Abban az időben nem ismertük még fel, hogy a kutatás csapatmunka.

Körülbelül húsz évvel a pulzár felfedezéséért odaítélt Nobel-díj után történt valami, ami felébresztette az alvó emlékezetet. Rebesgetni kezdték, hogy Jocelynnel igazságtalanság történt. 1993-ban a fizikai Nobel-díjat ismét csillagászati eredményért ítelték oda – Joseph Taylornak és Russel Hulse-nak – a kettős pulzár felfedezéséért. Ez a munka azért volt nagyon fontos, mert új utakat nyitott a gravitáció tanulmányozásához.

Szembetűnő hasonlóságok és különbségek mutatkoztak az 1974-es és az 1993-as Nobel-díjak között. 1993-ban az amhersti Massachusettsi Egyetem professzora, Joseph Taylor és PhD-hallgatója, Russel Hulse volt a felfedező. Együtt alkották meg a kísérleti rendszert, Hulse észlelte a jeleket és Taylor értelmezte az adatokat. Most azonban a professzor és korábbi diákja is megkapta a díjat.

A szakemberek jól látták a két eset közötti disszonanciát. Joseph Taylor szerint „egész biztos, hogy [...] a Nobel Bizottság 1974-ben nem ismerte fel Jocelyn Bell Burnell munkájának fontosságát. Az utóbbi néhány évtized annyiból feltétlenül változást hozott, hogy sokkal inkább számon tartják a nagy csoportokban dolgozó fiatal munkatársak teljesítményét.”⁶ Joseph Taylor meghívta Jocelynt a Nobel-ünnepségekre: „...Mert úgy éreztem, hogy élvezni fogja, [...] és talán kárpótolja kicsit azért, amihez egyszer nagyon közel került, de lemaradt róla.”⁶ 1974-ben Antony Hewish nem hívta meg Jocelynt a Nobel-ünnepségekre, bár a kitüntetettek gyakran meghívják azokat a kollégáikat, akik részt vettek a díjazott munkában. Amikor erről kérdeztem Jocelynt, ennyit mondott csak: „Jaj, hát vagy terhes voltam, vagy már megszületett a pici, akkoriban történt.”⁷

A Nobel-díjról természetesen a díjat odaitélő intézmények döntenek, nem a díjazottak. Ezért még ha úgy érezzük is, hogy igazságtalanság történt, a kitüntetettek nem felelősek érte. A Nobel-díj történetében találunk arra példákat, hogy a díjazottak kifejezték hálájukat a munkatársaiknak, különösen akkor, amikor azok nem kapták meg a megérdemelt elismerést. Beszélnek a munkájukról a Nobel-előadásban, meghívják őket az ünnepségekre, néha még a díjjal járó pénzt is megosztják velük. 1923-ban, amikor Frederick G. Banting és John J. R. Macloaid nyerte el az élettani vagy orvosi Nobel-díjat az inzulin felfedezéséért, Banting diákja, Charles Best, akinek fontos szerepe volt a felfedezésben, nem került a kitüntetettek közé – Banting megosztotta vele a díj mellé kapott összeget.⁸ Viszont amikor Hewisht kérdeztük a pulzárak felfedezéséről, mindig hangsúlyozta, hogy „én” tettem ezt meg azt, és csak az ösztökélésünkre hozta szóba Jocelynt. Arra a kérdésre, hogy nem az egyik doktorandusza vette-e észre először a pulzárokat, Hewish azt válaszolta: „De igen. Neki kellett végrehajtania azokat az észleléseket, amelyeket megterveztem. Ügyes diáklány volt, és nagyon sokat dolgozott: segített a rádióteleszkóp elkészítésében, az észlelés után pedig több száz méternyi papírtekercset elemzett végig gondosan.”⁹ A diáklányt csak újabb unszolásunkra nevezte meg.

Hewish nem tehetett a Nobel Bizottság döntéséről, de úgy érezhette, hogy meg kell védenie. A következőket mondta a *Belfast Telegraph* újságírójának: „Tudja, az átlagember azt hiszi, hogy Jocelyné az orozslánrész a pulzárak felfedezésében. Torkig vagyok azzal [...] a hülyeséggel, hogy Jocelyn csinált mindent, én meg learatom a dicsőséget [...] Óriási tévedés! Őszintén szólva egyáltalán nincs igaza Jocelynnek, ha háborog a Nobel-díj miatt. Mondok egy hasonló példát: ki fedezte fel Amerikát? Kolumbusz vagy az őrszem? Jocelyn munkája nagyon hasznos volt, de nem kreatív. Egyáltalán nem gondolom, hogy ezért Nobel-díj jár.”¹⁰

Hewish értékelésével nem mindenki értett egyet, amit egy kedves történet is illusztrál. Az 1993. évi Nobel-ünnepségek alatt Anders Bárány fizikaprofesz-

szor, aki sokáig a fizikai Nobel Bizottság titkára volt, azt mondta Jocelynnek, hogy nagyon sajnálja az 1974-ben történeteket, és 1993-ban már biztosan nem követtek volna el ilyen baklövést. Mondandóját gyönyörű gesztussal zárta le. Azok, akik a díjról szavaznak, minden évben megkapják a Nobel-érem kicsinyített másolatát. Anders Bárány – jelképes kárpótlásként – Jocelynnek adta egyik éremmásolatát.¹¹

De térjünk vissza Jocelyn életéhez; 1969-ben megszerezte a PhD fokozatot a Cambridge-i Egyetemen, utána több munkahelye is volt. Néhány évet töltött a Southamptoni Egyetemen, aztán átment a University College Londonba, ahol professzornak nevezték ki. Az edinburgh-i Királyi Obszervatóriumban is dolgozott. Az 1990-es évek elején a Nyitott Egyetem (Open University) fizikaprofesszora lett. Mi Princetonban találkoztunk, ahol vendégprofesszor volt. 2001-ben a Bathi Egyetem természettudományi dékánjának nevezték ki; négy évig töltötte be ezt a tisztséget. Most (2013-ban) az Oxfordi Egyetem vendégprofesszora.

Pályája elején, amikor férje különböző megyei önkormányzatok humán-erőforrás-munkatársa volt, gyakran kellett költözniük, ezért változtatott Jocelyn sokszor munkahelyet, ami hátráltatta az előmenetelét. Amikor terhes lett, megkérdezte a tanszékvezetőtől, mennyi szülési szabadság jár. „Szülési szabadság?! Ilyet még nem is hallottam!» – hangzott a válasz.” Jocelyn ezután otthagyta az egyetemet. Tizennyolc évig, amíg a fia egyetemre nem ment, részmunkaidős állásokat vállalt. Jocelyn úgy látja, a házasság és az anyaság nagyon megváltoztatta az életét. De azt is tudja, hogy így sokkal többféle tapasztalatot, tudást szerzett, mintha egyhuzamban kutatott volna.

A sok költözés közben azért lépést tartott a csillagászat fejlődésével. Különböző szakterületeken dolgozott, jártasságot szerzett például a gamma-, a röntgen-, az infravörös és a milliméteres hullámhosszú sugarakat észlelő csillagászatban. Vezetési ismereteket is tanult, ami nagyon kapóra jött, amikor elvállalta a Bathi Egyetem dékáni tisztségét. „Ha egész életemben kutattam volna – fogalmazott –, nagyobb szaktudásra tettem volna szert, de sokkal szűkebb területen.”¹² Házassága húsz évig tartott, azután elváltak.

Jocelyn kvéker. Véleménye szerint a kvéker vallás összeegyeztethető a kutatói felfogással, mert kisebb szerepet szán a vallásos textusoknak és a hagyománynak, ugyanakkor felértékeli, amit Istenről és a világról megtudhatunk. Fontosnak tartja az ökológia, a Föld és összes élőlényének tiszteletét:¹³

A kvékerizmus előírja, hogy egyszerűen éljünk, ne fogyasszunk feleslegesen, ami [...] rokon azzal a gondolattal, hogy vigyázzunk a Földre. Kifejezetten vizsgálódó típusú vallás. [...] Nem követeli meg a hitet vagy a hitvallást, semmi ilyet. Azt hiszem, ezért követi olyan sok tudós. [...]

Érdekes, hogy a kvékerizmus Angliában született az 1640-es években, körülbelül akkor, amikor a tudománnyal való foglalkozás elismert tevékenység lett, és elvált a teológiától. Lehet, hogy csak véletlen egybeesés, de azért mindkettő kezdete nagyjából ugyanarra az időre tehető.

Az elmulasztott Nobel-díjtól eltekintve Jocelyn Bell Burnell sok rangos kitüntetést kapott, és fontos vezetői posztokat töltött be. Csak néhányat említünk: kitüntette az Amerikai Csillagászati Társaság, a Királyi Csillagászati Társaság, az Amerikai Filozófiai Társaság. Számos egyetem díszdoktora, 1999-ben a Brit Birodalom Rendjének Parancsnoka (CBE) lett, 2003-ban a Royal Society tagjává választották (FRS, Fellow of the Royal Society, London), 2007-ben a Brit Birodalom Rendjének Lovagparancsnokává (DBE) lépett elő. Az FRS cím azért nagyon értékes, mert a tudóstársak elismerése, de csak jókora késéssel, évtizedekkel a pulzások felfedezéséhez vezető munkája után érkezett meg. Rangos megbízatásai közé tartozik a Királyi Csillagászati Társaság (Royal Astronomical Society) és a brit fizikai társaság (Institute of Physics) elnöksége. Jocelynnek valószínűleg igaza van, amikor azt mondja: attól lett igazán híres, hogy *nem* kapta meg a Nobel-díjat!

YVONNE BRILL
Repülő- és űrmérnök



Yvonne Brill 2000-ben Princetonban
(Hargittai Magdolna felvétele)

„Ezek a rendkívüli tudósok, mérnökök, feltalálók az emberi tudás legvégső határait is bátran feszegetik, mert az újítás szenvedélye, a világ jobbításának vágya vezérli őket. Leleményességük mindannyiunkat arra sarkall, hogy magasabbra törjünk, és keményebben próbálkozzunk, akármilyen nehéz feladattal állunk is szemben.” Barack Obama elnök ezekkel a szavakkal köszöntötte a Nemzeti Tudományos Érem és a Nemzeti Műszaki és Újítási Érem 2010. évi kitüntetettjeit. Ezek az érmek a kutatók, mérnökök és feltalálók legmagasabb amerikai állami kitüntetései.¹ A Nemzeti Műszaki és Újítási Érem öt új tulajdonosa közül az egyik és az egyetlen nő a nyolcvanhét éves repülő- és űrmérnök, Yvonne Brill volt. A díj huszonhat éves fennállása óta ő a hetedik nő, aki elnyerte ezt a kitüntetést.

Yvonne Madelaine Brill, leánykori nevén Claeys (1924–2013) Winnipegben született, Kanadában. Szülei belga bevándorlók voltak, egyikük sem tanult tovább. Yvonne fizikára, kémiára és matematikára szakosodott, s bár a mérnöki tudományok mindig érdekelték, nőket nem vettek fel mérnökhallgatónak abban az időben, amikor szülővárosában beiratkozott a Manitobai Egyetemre. Azt mondta, hogy talán azért nem, mert a mérnököknek föld-

mérési gyakorlatra kellett menniük: ilyenkor körülbelül két hétig a vadonban táboroztak, az egyetem pedig nem akart külön szálláshelyet felállítani a nőknek.



Yvonne Brill a Nemzeti Műszaki és Újítási Érem átadásakor Obama elnökkel 2010-ben
(a Nemzeti Műszaki és Újítási Érem Alapítvány szívésségéből)

1945-ben fejezte be egyetemi tanulmányait, amelyek során biztos alaptudást szerzett matematikából. Ezután Dél-Kaliforniába költözött: a Santa Monica-i Douglas repülőgépgyárban helyezkedett el. A Dél-kaliforniai Egyetemen esti képzésre járt, hogy megszerezze kémiából a mesterfokozatot. A Douglasnál az aerodinamikai részlegben kapott munkát. A cég elnyert egy szerződést egy személyzet nélküli, Föld körül keringő műhold gyártására. Yvonne a műhold röppályájának kiszámításán dolgozott, ami jórészt matematikai feladat volt. A program vezetője – a szakmabeli fiatal nők igazi mentora – tudta, hogy Yvonne kémiából akar diplomát szerezni, és azt javasolta, menjen át a kémiai részlegbe. Így kezdett el foglalkozni Yvonne a rakéta-hajtóanyagokkal, aztán a rakétahajtóművekkel és a torlósugar-hajtóművekkel (*ramjetekkel*), amelyek levegőt szívnak be. Nagy örömet talált a mérnöki munkában, és amikor már a kezében volt a vegyészdiploma, úgy döntött, nem szerez PhD fokozatot kémiából, inkább mérnök lesz.

A Douglas repülőgépgyárban titkosították a műholdfejlesztést, amely a RAND nevű kutatásfejlesztési program keretében zajlott. A programból nőtt ki a híres RAND Corporation, az Amerikai Egyesült Államok Légierőjének egyik első

kutatóintézete. A hidegháború idején a rakéták fejlesztésére összpontosítottak; a személyzet nélküli, Föld körül keringő műhold fejlesztése lekerült a napirendről. Mivel képet akartak alkotni a rakéta-üzemanyagok és az oxidálószerrek hatékonyságáról, Yvonne Brillnek elsősorban a nagyon magas hőmérsékleten várható termodinamikai tulajdonságokat kellett kiszámolnia. Az adatokat termodinamikai táblázatokba foglalták: ezek lettek az ipar első referenciatáblázatai.

Yvonne azonban jobban szerette a kísérleti munkát, mint az elméleti feladatokat, és nemsokára átment egy kis vállalathoz, a Marquardthoz, ahol a cég torlósugar-hajtóműveit tesztelte különböző módszerekkel. Ott ismerkedett meg későbbi férjével, a UCLA kémikus posztdoktorával. Amikor mindketten munkát kerestek, kisebb válaszút elé érkeztek. Yvonne mosolyogva emlékezett erre az időre: „Nekem a nyugati parton kínáltak a legjobb lehetőségek, neki a keleti parton. Persze, hogy keletre mentünk.”² Connecticutba költöztek; férje az Olon Industriesnél dolgozott, Yvonne a United Aircraft repülőgépgyárban kapott munkát. Férje azonban hamarosan állást változtatott, és Princetonba költöztek: itt már gyökeret eresztettek. Az 1950-es évek közepétől Yvonne-nak nyolc-tíz évig nem volt állandó munkája. Három gyermeküket nevelte, és időszakos megbízásokat vállalt: hajtóanyagok gyártásához adott tanácsokat, új üzemanyag-kombinációkat dolgozott ki.

1966–67 táján a fülébe jutott, hogy az RCA Astro Electronics űreszközök hajtóanyagainak fejlesztésére keres munkatársat. Yvonne legfontosabb eredménye valószínűleg ehhez a céghez fűződik. Korábban nem volt még dolga űreszközökkel: nagy fába vágta a fejszét. A vállalat sem szerzett még tapasztalatot a hajtóanyagokkal, a kollégák között ő volt az első és egyetlen mérnök, aki értett ezekhez az anyagokhoz. Első feladatuként egy sor távközlési műhold számára kellett megtalálnia a legjobb hajtóanyagot. Próbálkoztak a hidrogén-peroxiddal, de azt nagyon nehezen tudták kezelni. Yvonne hallotta, hogy a Caltech (Kaliforniai Műszaki Egyetem) Sugárhajtómű Laboratóriumában hidrazinnal kísérleteznek, de azzal is gondok vannak. Végül kitalálta, hogyan kell megbízható és gazdaságos hajtóművet készíteni: ez lett a hidrazinnal működő, ellenállás-fűtésű rakétahajtómű.

Arra gondoltam, biztosan létezik egyszerűbb megoldás is. Annak a munkának az alapján, amelyet a hajtóanyag-kombinációk és hatékonyságuk számítása terén végeztem a pályám kezdetén, a hatékonyság meghatározásához vezető egyenletet vizsgálva rájöttem, hogy itt az üzemanyagbon-tó kamra hőmérsékletének és a kiáramló bomlástermékek molekulatömegének a hányadosából vont négyzetgyök a legfontosabb paraméter. Ha a hatékonyságot jellemző mennyiséget ennek a négyzetgyöknek a függ-

vényében ábrázoljuk, egyenest kapunk. Ezt egyszer kíváncsiságból ki is próbáltam. A hidrazin bontásakor ammónia, hidrogén és nitrogén keletkezik. Amikor lejátszódik az exoterm reakció, a hidrazin jelentős mennyiségű hőt ad le. Eszembe jutott, hogy ha a bomlástermékeket egy jó öreg fűtőszállal magasabb kamrahőmérsékletre fűtenénk, nem változna a molekulatömegük, de a hőmérséklet-bomlástermék hányados jobb hatékonysághoz vezetne. Amikor aztán végigcsináltam a hatékonyságszámítást, harmincszázalékos növekedést kaptam – ami nagyon sok. Írtam egy beszámolót, és a vállalat, az RCA végül szabadalmaztatta a berendezést, beépítette az űreszközeibe. Ma már nagyon sok egységben használják. Tavaly nyáron tudtam meg, amikor egy hidrazinos rakétahajtóműveket gyártó céggel tárgyaltam, hogy százhusz űreszköz kering az ő hidrazinnal működő, ellenállás-fűtésű rakétahajtóműveikkel.

A hidrazinnal működő rakétahajtómű sokkal hatékonyabb a korábbi hajtóműveknél; lehetővé teszi a műholdak pályamódosítását, és hosszabb ideig megtartja őket a tervezett pályán. 1983-ban alkalmazták először sikerrel, azóta rendszeresen felhasználják a műholdgyártásban. Yvonne Brill más sikeres hajtóanyag-rendszereket is tervezett az RCA/Navy Nova űreszközprogramjának* egyik vezető mérnökeként.

Később a Mars Observer űrszondán dolgozott, amelyet 1992-ben lőttek fel. Az RCA-tól 1981-ben távozott: Washingtonba ment, a NASA központjába, ahol két évig irányította az űrrepülőgép-projekt szilárd rakéta-hajtóanyag programját. 1986-tól öt éven át Londonban dolgozott, a Nemzetközi Tengerészeti Műholdas Szervezetnél: műholdrendszereik hajtóanyag-fejlesztését irányította. 1991-ben nyugdíjba vonult, de a Föld körül keringő távközlési rendszerek hajtóanyagainak fejlesztését tanácsadóként továbbra is segítette, és számos űrtechnikai bizottság munkájában vett részt.

1945-ben, amikor dolgozni kezdett, a férfiakat még a háborúban megkezdett fejlesztési programokban foglalkoztatták. A műszaki életből hiányoztak a tehetséges emberek, ezért a nők álláshoz juthattak. Yvonne később, amikor kémiai tudást igénylő munkahelyekre pályázott, a diszkriminációt is megtapasztalta. Ez a negatív élmény szerepet játszott abban, hogy lemondott a kémiai PhD fokozat megszerzéséről. A mérnöki pálya más volt: „Úgy gondoltam, olyan kevés mérnök nő van, hogy nem léptetnek életbe diszkriminációs intézkedéseket egyetlen ember ellen. Ez tökéletesen bevált. Addig, amíg az ember tudott és akart dolgozni, és nem próbálta olcsó kifogásokkal megúszni a munkát, tisztelték.”

* Az oktatási NOVA programmal semmilyen kapcsolatban nem áll.

A mérnöknők száma jelentősen gyarapszik, mióta Yvonne elvégezte az egyetemet, de a mérnöki pályát még mindig „férfias”-nak tekintik. Ezért gondolta Yvonne, hogy nagy szükség van példaképekre, és igyekezett felkelteni a lányok érdeklődését ez iránt a pálya iránt. 2000-ben, éppen egy nappal a látogatásom előtt, egész napját a „Vidd el a lányodat dolgozni” programnak szentelte.

Szerepet vállalt az 1950-ben alapított Mérnöknők Egyesületében, amelyet már jóval korábban alapítottak, de ő csak akkor szerzett róla tudomást. A társaságnak az a legfontosabb célja, hogy felhívja a fiatal nők figyelmét a mérnöki munkában rejlő lehetőségekre. Sokféle szerveznek programokat, hogy könnyebben kapcsolatba kerüljenek a lányokkal. Az 1970-es években Yvonne Brill volt a társaság diákügyekért felelős vezetője. Becslése szerint az idő tájt körülbelül tizenötezer középiskolás lány vett részt évente a rendezvényeiken.

Bár a mérnöknők száma növekszik, még mindig kevés nő kerül vezetői pozícióba. Ezt az arányt az Amerikai Mérnökakadémia összetétele is tükrözi. 2000-ben, amikor Yvonne Brill-lel beszélgettem, a Repülő- és Űrmérnöki Osztálynak mindössze két női tagja volt, ő és Sheila Widnall korábbi légierő-miniszter, aki most az MIT kiemelt professzora. 2012-ben az Akadémia Repülő- és Űrmérnöki Osztályának kétszázötvenegy tagja között nyolc nő volt.

Yvonne Brill annak tulajdonítja az űrtechnikában elért sikereit, hogy „talán máshol fogom meg a problémát, mint egy férfi. Azt hiszem, ez általános. Vegyünk egy másik példát, a gyártást. A lányom, aki gépészmérnök, a gyártásban dolgozik, és kiderült, hogy a nők – intuícióik alapján – rendszerint egyszerűbben raknak össze egy működő rendszert. Kicsi korukban valószínűleg nem forszírozták, hogy szereljenek, de ettől még nagyon jól el tudják látni a műszaki feladatokat.”

Arra a kérdésre, hogy mi volt élete legnagyobb kihívása, Yvonne először azt válaszolta, ezen eddig nem sokat gondolkozott. De úgy érezte, a napi teendők sora – az, hogy az ember eljusson a munkahelyére, hosszú órákon át az elvárt színvonalon dolgozzon, aztán ellássa a családot, és mindezt huszonnégy órában – éppen elég kihívást jelent.

Legelőször furcsa kitüntetést kapott: 1980-ban Gyémánt Szupernő-díjas lett. A *Harper's Bazaar* divatlapban megjelent egy hirdetés, amely „szupernők”-re várt javaslatokat. Mindenféle szakmából terjesztettek fel asszonyokat – ügyvédek, orvosok, igazgatók, és Yvonne egyik barátja az ő nevét küldte be, hogy mérnök is szerepeljen a jelöltek között. „A Gyémánt Szupernőnek negyven fölött kellett lennie, meg kellett szakítania a pályáját, hogy gyerekeket szüljön, aztán vissza kellett térnie a munkába, és el kellett jutnia a legmagasabb szintre. Én persze nem jutottam el a legmagasabb szintre, de a többi kritériumnak megfeleltem – emlékezett Yvonne. – Nagyon izgalmas, vicces dolog volt. A díjat, egy

egykarátos gyémántot a DeBeers Corporation ajánlotta fel. A zsűri öt Gyémánt Szupernőt választott ki. Emlékezetes napot szerveztek nekünk New Yorkban, az újságok is írtak róla.”

1986-ban a Mérnöknők Egyesülete Yvonne Brillnek adományozta kimagasló eredményekért járó díját. Aztán az amerikai Repülési és Űrhajózási Szervezet (Institution for Aeronautics and Astronautics) tagjává választották a rakéta- és űr kutatásban kifejtett tevékenységéért. Ezeket sok más kitüntetés követte. Az Amerikai Mérnökakadémia tagja volt, beiktatták a Technika Nemzetközi Női Dicsőségcsarnokába (Women in Technology International Hall of Fame, 1999) és a Feltalálók Nemzeti Dicsőségcsarnokába (National Inventors Hall of Fame, 2010). A Feltalálók Nemzeti Dicsőségcsarnokába 2010-ben beiktatott személyek közül óriási érdeklődés nyilvánult meg a Post-It® feltalálói iránt. A *Washington Post* is tudósított a kitüntetettekről: „...voltak ott más obskurus iparágak kimagasló képviselői is [...] Egyetlen nőt iktattak csak be, Yvonne Brillt, a hidrazinnal működő, ellenállás-fűtésű rakétahajtómű alkotóját [...] ezzel az eszközzel tartják meg a helyükön a műholdakat az űrben (megjegyzem, ennek a rakétahajtóműnek a feltalálásához mindössze egyetlen nő kellett, a Post-It® feltalálásához két férfi).”³

Yvonne Brill 2012 márciusában hunyt el; az összes vezető amerikai lap megemlékezett róla. A *New York Times* azonban tiltakozáshullámot váltott ki, mert a cikk Yvonne szakácsnői képességének ecsetelésével kezdődött, és csak a második bekezdésben jutott el oda, hogy „briliáns rakétakutató is volt”. Az újság azonnal helyreigazítást tett közzé.⁴

MILDRED COHN

Biokémikus



Mildred Cohn 1927-ben (néhai Mildred Cohn szívességéből) és 2002-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

„Mildred is olyan nő, aki fantasztikus képességekkel rendelkezik, de addig lényegében nem jutott méltó álláshoz, amíg az Amerikai Tudományos Akadémia tagja nem lett. Rengeteg fontos eredménnyel vitte előre az enzimológiát és az oxigén-18-as méréseket, amelyek az évek során szerepet játszottak a kutatásaimban”¹ – mondta Paul Boyer Mildred Cohnról egy 1999-es interjúban. Paul D. Boyer kapta – John Walkerrel megosztva – az 1997. évi kémiai Nobel-díj felét az adenzin-trifoszfát (ATP) szintéziséhez szükséges enzimfolyamatok leírásáért. Az ATP szervezetünk „energiavalutája”, ezért különösen fontosnak tartották, hogy fény derüljön a képződésére. A nyomjelzők, például az oxigén-18* lehetővé tették a reakciók molekuláris szintű feltérképezését. Boyer nem ismerte az oxigén-18-as technikát, de Mildred Cohntól megtanulta. Nem személyesen tőle, hanem a cikkeiből. Csak jóval később ismerkedtek meg egymással.

Mildred Cohn (1913–2009) New York-i zsidó-orosz bevándorló család gyermeke. A középiskolában nagyon jó kémiatanára volt – ő kedveltette meg

* Az oxigén-18 az oxigén ritka izotópja; a természetben elsősorban oxigén-16 fordul elő.

vele a kémiát. Ezután a Hunter College-ba járt, ahol a fizikát még érdekesebbnek találta, de ezen az egyetemen nem képeztek fizikusokat, ezért kémiából szerzett diplomát, a fizika csak mellékszak maradt. Tovább akart tanulni, és húsz helyre is jelentkezett, ám az akkori antiszemita légkörben sehová sem vették fel. Megtakarított pénzéből járt a Columbia Egyetemre, ahol nem vették fel demonstrátornak, mert azok is csak férfiak lehettek. Az első év után elfogyott a pénze, ezután munka mellett tanult tovább. 1934-ben jelentkezett Harold Urey-hoz doktorandának – mindössze néhány hónappal azelőtt, hogy Urey elnyerte a Nobel-díjat a deutérium felfedezéséért. Urey laborjában kezdte el az oxigén-18-as kísérleteket.

Mildred 1934 és 1937 között volt Harold Urey diákja. Érdekes felidézni, hogy tapasztalatai szerint hány diáklány tanult akkoriban és később, a következő évtizedekben:²

Sokan azt hiszik, hogy a nők nem tanultak az én időmben. A statisztika szerint viszont a PhD-hallgatónők aránya akkor nagyobb volt, mint az 1950-es és 1960-as években. Az 1950-es és 1960-as években erősen megcsappant azoknak a nőknek a százalékos aránya, akik természettudományos PhD fokozatot szereztek az Egyesült Államokban. Szerintem ez a csökkenés annak tudható be, hogy a második világháborúból hazatérő férfiak kiszorították a nőket. A háború idején a nők egy csomó olyan munkát is elvállalhattak, amire korábban nemigen akadt példa. Aztán pedig meg akartak szabadulni tőlük; azt sulykolták beléjük, hogy a nőknek férjhez kell menniük, gyereket szülniük, és ha nem saját maguk nevelik a gyerekeiket legalább öt éves korukig, akkor a gyerekek szörnyetegek lesznek, és így tovább. Ennek aztán meglett a következménye. A nők csak jó sokára, a nők felszabadítási mozgalmának megindulása után kezdtek újra doktori iskolába járni.

Mildrednek a doktori fokozat megszerzése után is kiváló mentorai voltak. Először Vincent du Vigneaud laboratóriumában dolgozott a Cornell Egyetemen, majd Carl és Gerty Cori laboratóriumában, a Washington Egyetemen, St. Louisban. Mindegyik mentora – Urey, Vigneaud és a Cori házaspár – később Nobel-díjat kapott. Mildred Cohn ebből a szempontból nagyon szerencsés volt, de professzor csak két évtized múlva lehetett, a Pennsylvaniai Egyetemen. Végül rangos kinevezéshez jutott: a biokémia és a biofizika Benjamin Rush professzora lett. 1971-ben beválasztották az Amerikai Tudományos Akadémiába. Kitüntetései között szerepelt a Nemzeti Tudományos Érem, amelyet 1982-ben vehetett át Reagan elnöktől.

Mildred kutatásainak középpontjában az izotópok alkalmazása állt. Nagy szaktekintély volt ezen a területen. A vizsgálatokhoz használt módszerekhez, például a tömegspektrometriához is kitűnően értett. Mindez a Urey-nál folytatott doktori tanulmányokból nőtt ki. Kutatásai elméleti és módszertani szempontból egyaránt korszakos eredményeket hoztak. A foszfor-31 izotópos magmágneses rezonancia- (NMR-) spektroszkópia alkalmazásával az enzimek működéséről tárt fel részleteket. Tanulmányozta az adenzin-trifoszfát (ATP) enzimreakcióit. Kimutatta, hogy az izomsorvadás mértéke megállapítható az ATP koncentrációjának változásából. Az agy magnéziumkoncentrációját is meghatározta.

Mildred férje, Henry Primakoff elméleti fizikus, orosz emigráns volt. 1934-ben ismerkedtek meg a Columbia Egyetemen. Mildrednek mindig ott kellett munkahelyet találnia, ahová a férjét kinevezték, de ugyanazon az egyetemen nem dolgozhatott a nepotizmusellenes intézkedések miatt. Férje azonban csak akkor vállalt el új munkát, ha megbizonyosodott arról, hogy Mildred talál magának kutatói állást a közelben. Komolyan támogatta a feleségét: nagyon fontosnak tartotta a karrierjét. Ugyanakkor, ha otthon kellett segítenie – Mildred szavaival – „nagyon európai volt. Ha megkértem valamire, azt mondta: »Vegyél fel valakit.« Soha nem vett részt a házi munkában, de gyakran játszott a gyerekekkel, még meséket is kitalált nekik. [...] A családban én voltam az »ezermester«. Ha valamelyik gyerek eltört egy játékot, én javítottam meg. Ő nem ártotta bele magát a gyakorlati dolgokba, de nem csak a hagyományos női munkáktól ódzkodott: sohasem javított autót, hidegen hagyta a kert, és még sorolhatnám. A gondolatok világában érezte jól magát.”³

Mildred huszonegy évig nem jutott oktatói álláshoz. A hosszan tartó kutatói státusz anyagi szempontból kedvezőtlen volt, de azzal az előnnyel járt, hogy minden idejét a kutatásnak szentelhetette. Így könnyebben is maradhatott otthon, amikor a gyerekek betegek voltak. Ő azonban maximálisan akart teljesíteni a laborban, ezért harminc évig egy kitűnő asszony segített neki a három gyerek gondozásában. Akkortájt ritkaságszámba ment a munkába járó anya. Legidősebb gyerekük, Nina volt az egyetlen az iskolában, akinek dolgozott a mamája, és ezt szóvá is tette. Az egyetemen Nina pszichológiára szakosodott. Írt egy dolgozatot, amelyben összehasonlította, hogyan hat a gyerekekre, ha dolgozik és ha nem dolgozik az édesanyjuk. Azt a következtetést vonta le, hogy nincs lényeges különbség. Mind a három Primakoff gyerek szerzett PhD fokozatot; a két lány pszichoterapeuta, a fiú biokémia-professzor.

Mildred az elevenembe talált, amikor megosztotta velem dolgozó anyaként szerzett tapasztalatait. Amikor megszülettek a gyermekeink, mindkettővel körülbelül fél évet maradtam otthon. Nálunk nagyon bevált ez a rendszer, és a gyerekeink sohasem panaszkodtak. Igaz, mi olyan környezetben éltünk, ahol a



Családi fénykép: Mildred Cohn, Henry Primakoff és három gyermekük, Laura, Paul és Nina (néhai Mildred Cohn szívességéből)

legtöbb nő, különösen akkor, ha diplomás volt, a gyerekszülés után igyekezett visszatérni a munkájához, nehogy lemaradjon. A gyerekorvosunk egyáltalán nem értett velem egyet, és nagyon fájt, amikor azt mondta, ha nem törődünk a gyerekeinkkel, ugyanezt kapjuk majd vissza tőlük öregkorunkban. Ezért faggattam tovább Mildredet:

A Hunter College kémia tanszékének vezetője az mondta, a kémikus pálya nem nőnek való. Miért tanított mégis kémiát egy női főiskolán? Azt akarta, hogy kémiatanárok legyünk. A rokonok is rengeteget piszkáltak. Amikor a tanulmányaimra spóroltam, az egyik nagynéném azt mondta, jobb lenne, ha fogszabályzásra költeném a pénzem. Egy másik rokonom pedig azzal állt elő, hogy kitanulom magam a házassági piacról. Amikor megszületett az első gyermekem, az anyósom kampányt folytatott, hogy hagyjam abba a munkát, de ennek sem volt foganatja. Az idősebb lányom részben azért reagált úgy, ahogy meséltem, mert másodikos – hétéves – korában belépett a cserkészcsapatba, és amikor a vezetőnő tudomást szerzett arról, hogy dolgozom, azt mondta a gyerekeknek, hogy rossz anya vagyok. Akkor még nagy társadalmi nyomás nehezedett a dolgozó nőkre.⁴

Ezután, persze, megkérdeztem: „Mit tanácsolna ma annak a fiatal nőnek, aki a kutatás mellett családot is szeretne?” „Először is azt, hogy válasszon magának jó férjet – válaszolta Mildred. – Ez a legfontosabb. Olyan férje legyen, aki teljes

mellszélességgel támogatja – nem csak papol az egyenlőségről. Az én férjem tulajdonképpen feminista volt. Szerette és tisztelte a nőket. A második tanácsom: akárhogy dönt, ne érezzen utána büntudatot.”⁵

Beszélgetésünk vége felé Mildred visszatért ezekhez a gondolatokhoz:

Mit tanácsolnék a kutatónőknek? Hangsúlyozniuk kell, hogy elsősorban kutatók. Az 1970-es években különböző bizottságokban ültem. Nagyon görbe szemmel néztek rám, mert azt akarták, hogy a nők az összes bizottságban benne legyenek, viseljenek mindenféle vezetői felelősséget és így tovább, én pedig azt mondtam, hagyják békén a nőket: engedjék, hogy kutassanak, és a példájukkal hassanak másokra. Ezért még a kutatónőtársaim is haragudtak. Az embereket könnyen megigézi a hatalom lehetősége. Azokkal a nőekkel nincs is baj, akik hatalomra vágynak, de senkit sem szabad arra ösztökélni, hogy a kutatást más tevékenységre cserélje. Amikor a kormány döntése nyomán minden tanácsadó testületbe be kellett kerülnie egy nőnek, öt tudományos zsűribé kértek fel, háromba a Nemzeti Egészségügyi Intézetekben (NIH) és kettőbe a Nemzeti Tudományos Alapban (NSF). Nem volt elég nő a porondon. Ezeknek a tevékenységeknek gátat szabtam. Részt vettem a szakmai tudományos társaságom munkájában, az egyetememen két bizottságban is dolgoztam, de a többi felkérésre nemet mondtam. Olvastam egyszer egy híres fizikusról, aki azt forgatta a fejében, hogy Izraelbe megy, de nem tudott dönteni. A felesége rávette, hogy Einsteintől kérjen tanácsot. Elment tehát Einsteinhez, aki azt mondta: „Először tudós vagyok, és csak másodszer zsidó.” Ugyanez igaz a nőkre is. Először kell tudósnak lenniük, ha a kutatás érdekli őket, és csak másodszer *női tudósnak*.⁶

GERTRUDE B. ELION
Kémikus, farmakológus



Gertrude B. Elion dolgozószobájában a Research Triangle Parkban, Észak-Karolinában, 1996-ban (Hargittai István felvétele)

Részlet Gertrude Elion egyik „rajongói” leveléből:

1984-ben ötéves kislányomnál akut limfocitás leukémiát állapítottak meg. Kemoterápiát írtak elő: más gyógyszerekkel együtt 6-merkaptopurint is kapott. Családunk nagyon nehéz időket élt át, fizikailag és érzelmileg egyaránt. A boldogságtól remegve írjuk Önnek, hogy kislányunk már öt éve egészséges; nem esett egyszer sem vissza; két éve, három hónapja és huszonnégy napja semmilyen gyógyszert sem szed! Májusban ünnepeljük a tizenegyedik születésnapját, a szülők legnagyobb örömeire. Amikor a túlfizetett, beképzelt sportembereket és médiaszemélyiségeket ajnározzák, mindig eszünkbe jut, hogy Ön a kollégáival mennyivel többet tesz a társadalomért – és ezt alig vagy egyáltalán nem ismerik el. Ön igazi hős!¹

Ezeket a sorokat abból a sok idézetből választottam ki, amelyek Gertrude Elion Glaxo Wellcome-beli dolgozószobájának falait borították a Research Triangle Parkban (Észak-Karolina állam) 1996-ban, amikor felkerestük őt.

Gertrude Elion (1918–1999) New York-i értelmiségi családba született. A gazdasági világválság idején szülei mindenüket elveszítették, de tudták, hogy gyermekeiknek tanulniuk kell, mert csak így fordulhat jobbra a sorsuk.

Gertrude már egészen kicsi korától falta a könyveket. A *Mikrobavadászk*, Paul de Kruif könyve volt a kedvence. Első kiadása, 1926 óta, rendszeresen újranyomták a tudósokról és a kutatói munkáról szóló könyvet, amely a fiatal olvasókra óriási hatással volt. Gertrude Elion generációjának számos kiemelkedő kutatója de Kruif lelkesítő történeteinek hatására lépett tudományos pályára.

Gertrude már korai diákéveiben kémikus akart lenni, hogy megtalálja a rák ellenszerét. Elhatározását fájdalmas tapasztalatok motiválták: nagypapja éppen főiskolai tanulmányai megkezdése előtt halt meg rákban. Még inkább elkötelezte magát a betegek gyógyítása mellett, amikor a vőlegénye is meghalt. A fiatalembert meggyógyíthatták volna penicillinnel, de az nem sokkal a halála után jelent csak meg. Gertrude Elion valóra váltotta céljait – ilyen látványos sikerről azonban ő maga sem álmodhatott. Eredményeit elismerte a tudományos világ: 1988-ban élettani vagy orvosi Nobel-díjjal tüntették ki. A megosztott díjat James W. Blackkel és George H. Hitchingszel kapta a gyógyszeres kezelés új elveinek kidolgozásáért.

A sikerhez vezető út nem volt könnyű. Gertrude a Hunter College-ba járt, egy New York-i női főiskolára, ahová a jól tanuló lányokat akkor is felvették, ha rossz anyagi körülmények között éltek. Kitüntetéssel diplomázott. A főiskola után tizenöt egyetemre jelentkezett, de egyik sem ajánlott fel neki ösztöndíjat; zsidó származása és női mivolta nemkívánatossá tette. Pénz híján tanári állásokat vállalt, amiből már kifizethette a tandíjat. A New York-i Egyetemre iratkozott be, de éjjel és hétvégén tudott csak kutatni. 1941-ben szerezte meg a mesterfokozatot. Munka után nézett – és elkeserítő tapasztalatokat szerzett: „Amikor interjúra hívtak be [...], azt mondták: »Jaj, magának csak mesterfokozata van, ezért előre le kell szögeznünk, hogy ennél magasabb pozíciója sohasem lehet.« Nem értettem, miért mondanak nekem ilyeneket. Fogalmuk sem volt arról, hogy milyen jó vagyok, vagy hogy egyáltalán jó vagyok-e; és nem kérdeztem tőlük, hogy meddig juthatok el, meg sem fordult a fejemben. Nem ezért dolgoztam annyit. Fontos kutatást akartam: tényleg meg akartam találni a rák ellenszerét.”²

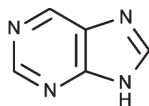
Végül eljutott George Hitchingshez, aki a Burroughs Wellcome Companynál dolgozott. Hitchingset nem érdekelt, hogy doktorált-e Gertrude vagy sem – olyan embert keresett, akinek számíthatott a munkájára.

Amikor először jártam nála interjún, 1944-ben, és elmesélte, hogy [...] nukleinsav-származékokkal foglalkozik, azt sem tudtam, mi az a purin

vagy pirimidin. [...] De nagyon érdekelt, amit mondott. A nukleinsavak biokémiáját tanulmányozta. [...] Szüksége volt bizonyos vegyületekre. Mivel kémiából volt mesterfokozatom, és jó jegyeket szereztem, azt remélte, hogy talán elő tudnám állítani őket. Olvastam németül, követni tudtam a német szakirodalmat. Sok dolgozat jelent meg Emil Fischertől. Otthon jiddisül tanultam, a főiskolán pedig felvettem a németet. A vegyészeknek szükségük volt a németre. A háború alatt a nők hirtelen munkához juthattak a kémia területén, ami korábban képtelenségnek tűnt. Hitchings asszisztenseként kezdtem.³

Gertrude Elion és George Hitchings között nagyszerű munkakapcsolat alakult ki. Hitchings a vállalat alapítója, Henry Wellcome elvét követte, aki azt mondta a kutatóinak: „Ha jó ötlete van, szabad kezet adok a megvalósításához.”⁴ Hitchings sohasem írta elő Gertrude-nak, hogy mit tegyen, vagy mit ne tegyen. „Lehetőséget adott arra, hogy annyit csináljak, amennyit csak tudok. Egyetlen egyszer sem hallottam tőle, hogy »ez nem a maga dolga«. Sohasem mondta, hogy »maga nem farmakológus, nem virológus, nem immunológus«, ezért mindegyikbe beletanultam.”⁵ Gertrude egyre nagyobb tudásra tett szert.

Hitchingsnek az volt az ötlete, hogy a baktériumok, paraziták, tumorsejtek elpusztítása érdekében megváltoztatja DNS-ük bizonyos építőköveit. Olyan molekulákat keresett, amelyek hasonlítanak ezekhez az építőkövekhez. Ez forradalmi elgondolás volt – nemcsak azért, mert különbözött a gyógyszerkutatás bevett módszerétől, hanem azért is, mert a DNS-t állította a középpontba, amely akkor még alig keltette fel a kutatók érdeklődését. Gertrude Eliont különböző purinszármazékok előállításával bízta meg. A purin egyszerű szerves molekula; a DNS négy bázisa közül kettő purinszármazék (a másik kettő pirimidinszármazék). A purinban egy hat- és egy ötagú gyűrű tapad egymáshoz:



Először tehát ennek a molekulának a származékait kellett előállítani, aztán ezeket be kellett adni a pácienseknek, hogy becsapják a baktériumokat, a parazitákat vagy a tumorsejteket. Gertrude Elion ugyanolyan lelkesen dolgozott, mint George Hitchings: nemcsak számtalan szerves szintézist hajtott végre, hanem a munkájához kapcsolódó tudományterületeken is jártasságot szerzett, ezért ő maga vizsgálhatta meg az új anyagok biológiai aktivitását.

A kemény munka meghozta a gyümölcsét; együttműködésük három évtizede alatt számos gyógyszert fejlesztettek ki – mindegyik purinszármazék volt. A legismertebbek közé tartoznak a következők:

- Thioguanine® (tioguanin) – a gyerekek leukémiás megbetegedése ellen;
- Purinethol® (merkaptopurin) – például a leukémia és a nem Hodgkin-limfóma ellen;
- Zylprim® (allopurinol) – elsősorban köszvény kezelésére használják;
- Imuran® (azatioprin) – immunszuppresszív gyógyszer, amely szervátültetés-kor megakadályozza az új szerv kilökődését;
- Zovirax® (aciklovir) – vírusellenes szer, például herpeszvírus-fertőzések kezelésére használják.

Teljesen új gyógyszerek nagyon ritkán jelennek meg a piacon, itt pedig egy elképesztő listát látunk. Gertrude Elion és Nobel-díjas társai azonban nem bizonyos gyógyszerek felfedezéséért kapták az elismerést, hanem a gyógyszerkutatásban bevezetett elvek kidolgozásáért. A Nobel-díj indoklásában említett elvet *racionális gyógyszertervezésnek* nevezik. Az ötlet Hitchingsben merült fel a korai DNS-kutatások idején.



Gertrude B. Elion és George Hitchings 1969-ben, amikor Gertrude B. Eliont először avatták tiszteletbeli doktorrá, a George Washington Egyetemen (néhai Gertrude Elion szívességéből)

Összes sikere ellenére Gertrude Elion mindig sajnálta, hogy nem szerzett PhD fokozatot. Nagyon kevés Nobel-díjasnak nincs doktorátusa. Pályája során egyszer elhatározta, hogy beiratkozik a Brooklyni Műszaki Egyetem doktori képzésére. Egy idő után azonban azt mondták, hogy csak akkor folytathatja a tanulmányait, ha semmi mással nem foglalkozik. Emiatt fel kellett volna adnia a munkáját, amit imádott, és amire szüksége volt. Ezért inkább a tanulmányokról mondott le. Később, amikor sikeres lett, más egyetemek mellett a Brooklyni Műszaki Egyetem is tiszteletbeli doktorrá avatta.

Gertrude Elion nyugdíjba vonulása után a fiatalabb munkatársak folytatták azt a munkát, amelyet ő és George Hitchings kezdett el. Az első vírusellenes gyógyszerek még Gertrude aktív időszakában jelentek meg; ezeknek az orvoságoknak a fejlesztése és vizsgálata ma fontos szerepet tölt be a farmakológiában. Gertrude Elion nyugdíjas éveiben is „kéznél volt”, ha a tanácsát kérték. A vírusellenes szerek előállítása nehezebb, mint a baktériumellenes szereké, mert szelektívebbeknek kell lenniük. Másképpen megfogalmazva: ezeknek az anyagoknak meg kell különböztetniük a vírus és a védelemre szoruló emberi szervezet DNS-ét. Gertrude Elion laboratóriuma az ő irányításával dolgozta ki azt a már említett vírusellenes gyógyszert, amelyet herpeszvírus-fertőzés kezelésére használnak. Korábbi munkatársai közvetlenül az ő nyugdíjba vonulása után állították elő az AIDS-vírus elleni első gyógyszert, az AZT-t (azidotimidint). Gertrude Elion ugyanúgy örült ennek a vegyületnek, mint amikor ő maga fejlesztett ki új gyógyszert.

Gertrude Elion élete végéig dolgozott. 1996-ban jártunk nála a férjével, Research Triangle Park-i dolgozószobájában. Rengeteg fénykép függött a falakon, mindegyik a munkatársaihoz és a kutatásaihoz kötődött. A brit karikaturista, James Gillray *A köszvény* című képének reprodukciója be is volt keretezve. A köszvény kellemetlen betegség, égető ízületi fájdalommal jár, a leggyakrabban a nagylábujjban jelentkezik. Akkor alakul ki, ha túl sok a húgysav a vérben: ilyenkor az ízületekben húgysavkristályok képződnek és gyülemlelenek fel – ez gyulladáshoz vezet. A húgysav a purin-metabolizmus mellékterméke, a purinkémia pedig központi helyet töltött be Gertrude Elion kutatásaiban. Majdnem véletlenül talált rá kollégáival a köszvény gyógyszerére. A gyógyszer sokat hozott a vállalat konyhájára, amire nem számítottak, mert a kutatásokat nem a profitszerzésnek rendelték alá.

Gertrude Elion hetvenévesen kapta meg a Nobel-díjat – és hirtelen rivaldafénybe került. Először azt hitte, hogy a Nobel-díj nem változtatja meg az életét, de nem így történt. Rengeteg bizottságba, tanácsadó testületbe hívták meg, előadásokat kellett tartania. Örült, hogy idős korában érkezett meg a díj, mert így nem zavarta az alkotómunkában. Arra a kérdésre, hogy milyen örömteli válto-

zást hozott az életében a Nobel-díj, azt válaszolta, olyan tevékenységgel „aján-dékozta meg”, amelyet igazán élvezett. Minden évben fogadott egy harmadéves orvostanhallgatót a Duke Egyetemről, akit kutatásra tanított. Nem az volt a cél, hogy a diák a kutatást válassza élethivatásul, hanem csak az, hogy támogassa a látókörét a tudományban.



Gertrude B. Elion és Hargittai Magdolna 1996-ban a Research Triangle Parkban, Észak-Karolina állam (Hargittai István felvétele)

Gertrude Elion 1999-ben halt meg, nyolcvanegy éves korában. Soha nem ment férjhez; úgy érezte, senki sem pótolhatja azt a fiatalembert, aki eljegyezte, de később hirtelen meghalt egy fertőzés miatt, amely a szívét támadta meg. Gertrude Elion élete utolsó napjáig dolgozott; tele volt tervekkel, mert – az ő szavaival – „rengeteg feladat vár még megoldásra, a kutatás felemelő munka, és itt igazán maradandót alkothatunk. Képzeljék csak el, mit érzek, amikor valaki odajön hozzám egy előadásom után, és azt mondja: »Veseátültetésem volt huszonöt éve, és Önnek köszönhetem, hogy még most is itt vagyok!« Sok köszönőlevelet kapok, és kivétel nélkül mindet elteszem emlékébe. Így válik kézzelfoghatóvá az az óriási jutalom, hogy betegeket gyógyíthatok.”⁶

MARY GAILLARD

Elméleti fizikus



Mary Gaillard 2004-ben Berkeley-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

Leon Lederman amerikai Nobel-díjas fizikus szerint Mary Gaillard „a tragikusan kevés női fizikusok egyike”.¹ A fizika, de különösen az elméleti részecskefizika területén alig találunk nőket. Mary Gaillard kivétel. Az útvába kerülő összes akadályt legyőzte, és kiváló elméleti fizikus lett. Az Amerikai Tudományos Akadémia tagja, Bill Clinton elnöksége alatt részt vett a Nemzeti Tudományos Tanács munkájában; számos díj és elismerés birtokosa.

Mary Katharine Gaillard (leánykori nevén Ralph) 1939-ben született New Brunswickben (New Jersey állam). Cleveland közelében, Painesville-ben nevelkedett (Ohio állam). Édesapja egy kis női főiskolán adott elő történelmet, édesanyja középiskolában tanított. Közvetlen környezetében senkit sem érdekelt a természettudomány, de Mary szerette a fizikát. Egy női főiskolán tanult, a Hollins College-ban (Virginia állam):

A fizika volt a főszakom; ez a választás nagyjából két évente fordult elő a főiskolán. Tanulmányaim alatt egy évet külföldön töltöttem, Párizsban, és a fizikatanárom beajánlott egy ottani laborba, hogy ne felejtsem el teljesen a fizikát. Ez a tanár Dorothy Montgomery volt, aki eredetileg

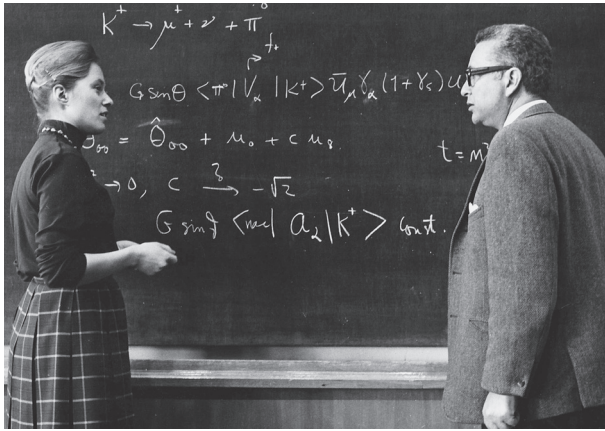
a Yale-en dolgozott, de a férje halála után nem foglalkoztatták tovább, mert nem volt rendes egyetemi státuszban. Ezért jött el ebbe a virginiai „lányiskolába”. Én nagyon jól jártam vele, mert nemcsak abba a francia laborba juttatott be, hanem arra is rábeszél, hogy Brookhavenbe menjek nyári diákmunkára. Ezt kétszer is megtettem; harmad- és negyedév után. Itt estem igazán szerelembe a nagyenergiás fizikával.²

Mary a Columbia Egyetemen tanult tovább, ahol megismerkedett egy francia posztdoktorral, Jean-Marc Gaillard-ral. Már elsőéves korában összeházasodtak, 1961-ben. Jean-Marc ugyanebben az évben befejezte posztdoktori munkáját, és Franciaországba mentek, a Párizsi Egyetemre (Sorbonne), Orsay-ba. Mary itt folytatta a tanulmányait, ami nem ment könnyen. Elméleti doktori munkát akart, de erre nem volt mód, mert csak nagyon kevés diákot vettek fel elméleti fizikára. Kísérleti laboratóriumba sem mehetett, mert – ahogy elmagyarázták – oda csak speciális iskolákból kerülhettek be a diákok. Kiderült, hogy ezeket a speciális iskolákat akkoriban fiúk számára tartották fent. Az első év idegtépő volt. Aztán a férjét hat évre kinevezték a CERN-be (Európai Nukleáris Kutatási Szervezet), Genfbe, és odaköltöztek. Szerencsére Mary egyik orsay-i tanára is a CERN-be került, és ő megengedte, hogy elméleti munkából kezdje írni a disszertációját.

Genfben vendégkutatóként tartották számon; hivatalosan előbb a Párizsi Egyetem orsay-i kampuszán volt doktoráns, aztán a Francia Országos Tudományos Kutatási Központ (CNRS) alkalmazta. Franciaországban akkor még kétlépcsős doktori rendszert használtak. Mary 1964-ben szerezte meg első doktorátusát (doctorat du troisième cycle), 1968-ban a másodikát (doctorat d'État). Közben három gyereket szült. Első fiát 1962-ben; a lányát éppen akkor, amikor az első doktorátusához írta a disszertációját; a kisebb fiú a második disszertáció írása közben érkezett. Szerencsére a kisgyerekekkel könnyebb volt az élet Franciaországban és Svájcban, mint az Egyesült Államokban. Egy kis francia faluban laktak, naponta járt hozzájuk egy nő segíteni, később bébiszittert is felvettek – mindezt megengedhették maguknak.

Mary elmesélte, hogy a CERN-ben sohasem kapott „rendes” állást, fizetéssel: „Nem mondták meg feketén-fehéren, hogy azért, mert nő vagyok, de napnál világosabb volt.” Úgy látta, nem becsülik meg a fizikusnőket, és végül felmérést is végzett közöttük, amelynek eredményeiről írásban számolt be.³ Kiderült, hogy a női fizikusok tíz százaléka kapott csak teljes fizetést, nyolcvanhat százaléukat pedig egyáltalán nem fizette a CERN. Miért nem fizették őket? 1) Férjük a CERN alkalmazottja volt; 2) az állás nélküli férfiakat sorolták előre. „Az 1) és 2) pont szembeszökően szexista. A 2) pont magáért beszél. Az 1) pont nemcsak

nepotizmusellenes intézkedés, hanem azt a feltételezést is magában rejti, hogy a női alkalmazottnak azért nincs szüksége fizetésre, mert a férje majd eltartja.”⁴ Az egyik fizikusnőt arról világosította fel a felvételi beszélgetés alatt egy CERN-hivatalnok, hogy a fizikusok fizikusfeleségeinek sohasem adnak fizetést; arrafelé túl sok volt belőlük.



Mary Gaillard és Murray Gell-Mann 1970 körül a CERN-ben
(Mary Gaillard szívességéből)

Az évek múlásával – CERN-beli munkája nyomán – Mary egyre magasabb státuszba került a CNRS-ben. Bebizonyította, hogy méltán lett elméleti fizikus; eredményei szerte a világon felkeltették a kollégák figyelmét. Legfontosabb eredményét a CERN-ben érte el: Ben Lee-vel még a „bájos kvark” kísérleti kimutatása előtt megjósolta a részecske tömegét.⁵ A kvarkok elemi részecskék (az anyag legkisebb építőelemei, amelyeknek nincsenek még kisebb részecskéi). Démokritosz, a görög filozófus az atomokat oszthatatlannak tartotta, de később kiderült, hogy az atomok protonokból, neutronokból és elektronokból állnak. Először ezeket tekintették a világegyetem legkisebb építőelemeinek. Később rájöttek, hogy bár az elektron valóban ilyen részecske, a proton és a neutron nem: ezek kvarkokból állnak. Hatféle kvarkot különböztetnek meg, az egyiküket bájos kvarknak nevezik. A kvarkok nem fordulnak elő önmagukban; csak közvetett módon, részecskegyorsítóknak figyelhetők meg. Néhány éven belül Mary és munkatársai más jelentős jóslatokat is publikáltak. Maryt többször előléptették, 1980-ban kutatási igazgatói rangra emelkedett a CNRS-ben.

1981-ben a Gaillard házaspár elvált, Mary visszatért az Egyesült Államokba. Ekkor már ismert tudós volt, a Chicagó melletti Fermilab és a Berkeley-i

Kaliforniai Egyetem is állást kínált neki. Mary Berkeley-t választotta, és ő lett a Fizika Tanszék első női professzora. Ma is ott dolgozik. Egészen más légkörbe került, mint amilyen Franciaországban és Svájcban fogadta annak idején. Persze, nagyjából húsz évvel korábban indult el Európába, és eközben sokat javult a kutatónők helyzete:

Amikor elmentem, a Columbia diákja voltam; akkoriban úgy éreztem, néhányan nem vesznek komolyan, mert nem tételezik fel rólam, hogy fizikus maradok. Azt azért nem mondták nyíltan, hogy „ne csinálja”. Amikor francia laborokba akartam bejutni, néhány francia pasas vérlázító dolgokat vágott a fejemhez. De nálunk időközben kedvező módosításokat fogadtak el, és az emberek ma már másképp beszélnek. [...] Sok minden megváltozott. Dolgoztam a Nemzeti Tudományos Tanácsban, és ha jól megnézzük, a tagok legalább harminc százaléka nő volt. Clinton nevezte ki őket, aki sokat tett ezen a téren.

Mary gyerekei Franciaországban nőttek fel, de a szülők Amerikában töltött kutatói éve alatt az ottani oktatási rendszert is megismerték, ami befolyásolta választásukat. Életük egy-egy szakaszában – a merevebb francia rendszer helyett – mindhárman az amerikai oktatási rendszer nagyobb változatosságára és rugalmasságára mellett döntöttek (ilyenek például az osztályban folyó viták; az önálló munkák; annak a lehetősége, hogy ugyanott folytathatják a tanulást, ahol abbahagyták, ha kihagynak egy évet). Mindhárman természettudományokból vagy matematikából szereztek diplomát, de egyikük sem maradt tudományos pályán. Mary hozzámént egyik kollégájához, Bruno Zumino elméleti részecskefizikushoz.

A világegyetem részecskéinek és kölcsönhatásaiknak leírására szolgáló Standard Modell jól ismert hipotézis. A modell szerint minden elemi részecskéből áll, ilyen elemi részecskék például az elektronok és a kvarkok. Mozgásukat erők irányítják. A modellnek hosszú ideig felrótták, hogy nem tudja megmagyarázni, miért van a részecskéknak tömegük. Ezt a hibát egy hiányzó komponens, a Higgs-részecske „nyakába varrták”, amely azért maradt sokáig rejtve, mert a gyorsítóknak nem tudtak elég nagy energiát kelteni az előállításához. Az eddigi legnagyobb energiájú részecskegyorsítót, a Nagy Hadronütköztetőt, amely 2008 körül kezdett el működni, a CERN-ben építették meg. Ennek a Higgs-részecske kimutatása volt az egyik legfontosabb célja.

Mary, John Ellis and Dimitri Nanopoulos még 1976-ban megjósolta a „Higgs” tulajdonságait. Később, az 1980-as években Mary és Michael Chanowitz kimutatta, hogy vagy megtalálják a Higgst óriási energiákon, vagy „új fizikára” van

szükség, amely különbözik az eddigitől. Megállapításukat a kutatók komolyan vették, ami újabb munkákra ösztönözte őket a gyorsítóknál. A Higgs-részecskét végül kimutatták, és létezését egyértelműen bizonyították 2012-ben. A következő évben a fizikai Nobel-díjat az a két tudós – Peter Higgs és François Englert – kapta, akinek a fejében először született meg a részecske gondolata.

Mary és második férje, Bruno Zumino együtt dolgozott, és közösen publikálták a szuperszimmetria, a szupergravitáció és a húrelmélet körébe tartozó kutatásaik eredményeit. A laikus számára alig-alig érthetőek ezek az elméletek; mindegyik annak a leírását segíti elő, amire a Standard Modell vállalkozik. A húrelmélet a természetben előforduló összes részecskét és erőt apró húrok rezgéseivel reprezentálja. A Standard Modell számot ad az elektromágneses, az erős és a gyenge kölcsönhatásról, de a gravitációról nem. Ezt igyekeznek pótolni a szuperszimmetrikus húrelmélet, a szuperhúrelmélet – így ez a „Mindenség elméleté”-nek legesélyesebb jelöltje. Korábban a Nobel-díjas fizikus, Murray Gell-Mann hasonló elméleteken gondolkozott. Mary most olyan jelenségeket akar megjósolni a szuperhúrelmélettel, amelyek a részecskegyorsítóknál és a csillagászati megfigyelésekkel egyaránt kimutathatóak. Részt vett a szupergravitáció elméletének továbbfejlesztésében, és ennek eredményeit a szuperhúrelméletből származó modellek tanulmányozásában is felhasználta. Nem tűnik úgy, hogy egyhamar kifogyna a kutatási témákból.

MARIA GOEPPERT MAYER

Magfizikus



Joseph Mayer és Maria Goeppert Mayer 1930 táján
(a Cincinnati Egyetem Oesper Kémia-történeti Gyűjteményeinek szívesességéből)

Az 1963. évi fizikai Nobel-díjon három tudós osztozott. Az egyik felét Wigner Jenő kapta, a másikat Maria Goeppert Mayer és Hans Jensen az atommag héjszerkezetének felfedezéséért. Maria Goeppert Mayer volt a negyedik természettudományi Nobel-díjas nő, és mindmáig (2015) a második fizikai Nobel-díjas nő és az egyetlen nő, akit elméleti fizikai munkáért tüntettek ki.

Maria Goeppert (1906–1972) Kattowitzban született (a város akkor Németországhoz tartozott, ma Katowice, Lengyelország). Négyéves korában a család a híres német egyetemi városba, Göttingenbe költözött, ahol édesapja, Friedrich Goeppert gyermekgyógyász-professzori állást töltött be. Maria egyedüli gyerek volt. Később is emlékezett édesapja szavaira: „»Nem nőnek akarlak nevelni« – úgy értette, nem háziasszonynak, [...] aki nem lát túl a mindennapi teendőkön. [...] Furcsálltam-e, hogy ilyesmit mond nekem? [...] Ellenkezőleg, inkább hízelgett, és elhatároztam, hogy nem csak nő leszek.”¹ A matematika és a természettudományok korán felkeltették az érdeklődését. Abban az időben Göttingen volt a világ egyik csúcsa ezekben a tudományokban. Itt tanított a matematikus David Hilbert, Richard Courant és Herman Weyl, a fizikus Max Born és James Franck. Más, hasonlóan nagy tudósok és a jövő kiválóságai is eltöltöttek hosz-

szabb-rövidebb időt a városban, például Paul Dirac, Enrico Fermi, Werner Heisenberg, Neumann János, Robert Oppenheimer, Wolfgang Pauli, Szilárd Leó, Teller Ede és Victor Weisskopf.

Az 1920-as években kevés nő járt egyetemre. Göttingenben még állami középiskola sem volt, ahol a lányok felkészülhettek volna az egyetemi tanulmányokra. Mariát magániskolába írták be, de az az érettségije előtt megszűnt. Ennek ellenére úgy döntött, hogy nekivág az egyetemi felvételinek – és bejutott! Matematikával kezdett, de Max Born, a család egyik barátja azt tanácsolta, járjon el a kvantumfizika-előadásaira. A kvantummechanika forradalmian új tudományág volt akkor, a göttingeni tudósok – köztük Born – fontos szerepet játszottak a kidolgozásában. Alig kellett hozzá néhány előadás, hogy Maria fizikára szakosodjon. Később így indokolta a váltást: „A matematika egyre inkább rejtvényfejtésre hasonlított. [...] A fizika is rejtvényfejtés, de a rejtvényeket a természet állítja elénk, nem az emberi agy.”²²



Maria Goeppert Mayer és Max Born
(Gustav Born szívességéből)

Friedrich Goeppert 1927-ben meghalt – ez nagyon megviselte Mariát, aki rendkívül szorosan kötődött apjához. Úgy döntött, folytatja a családi hagyományt, és egyetemi professzor lesz. Megkérte Bornt, hogy nála írhasa doktori disszertációját. A családot Maria édesanyjának kellett eltartania. Albérlőket fogadott –

Maria így ismerkedett meg Joseph (Joe) Mayer (1904–1983) amerikai kémikus-sal. Joe Berkeley-ben szerezte PhD fokozatát, és azért ment Göttingenbe, hogy Bornnál és Francknál dolgozzon. Maria és Joe egymásba szeretett; 1930-ban házasodtak össze. Maria annyira szerelmes és boldog volt, hogy Joe-nak kellett rábeszélnie a doktori disszertáció befejezésére. Évekkel később Wigner Jenő „a világosság és a pontosság mesterművé”-nek³ nevezte a dolgozatot.

A PhD fokozat megszerzése után Maria és Joe az Egyesült Államokba költözött; Joe-nak a Johns Hopkins Egyetemen ajánlottak állást, Baltimore-ban. A nepotizmusellenes intézkedések miatt nehéz idők jártak a kutatónőkre; Maria nem kaphatott munkát azon az egyetemen, ahol a férje dolgozott. Senkit sem érdekelt, hogy jobban értett a kvantummechanikához, mint a Johns Hopkins összes akkori fizikaprofesszora. Szerencsésnek mondhatta magát, hogy helyet szorítottak neki, és részt vehetett az egyetem tudományos életében. Lelkesen vetette magát a munkába, és több egyetemi kollégával is folytatott közös kutatásokat.

Maria baltimore-i világa más volt, mint a megszokott göttingeni élet. Az ot-tani Goepfert-ház a társasági élet egyik központjának számított. Amíg Maria édesapja élt, elegáns vacsorákat és fogadásokat adtak, amelyeken a város színe-java részt vett. A szervezés édesanyjára hárult; személyzetet tartottak, és Maria nem tanult meg főzni, háztartást vezetni. Ezt a göttingeni életmódot nem tart-hatták fenn Amerikában, de Maria szerelmes volt, tele életerővel, és úgy gondol-ta, hogy mindenre képes. A háztartás azonban nem tartozott az erősségei közé; fiuk, Peter Mayer írja: „Apám így próbált segíteni kétségbeesett anyámon: »Az amerikai bejárónői tarifák mellett csak annyit ígérhetek, hogy egyet felvehetsz, [...] ha fizikus maradsz!«”⁴

Ez nem bizonyult könnyűnek. 1933-ban megszületett lányuk, Marianne, és Maria körülbelül egy évig otthon maradt vele. Azután visszatért az egyetemre, folytatta a kutatást a kollégákkal, és önkéntes tudományos munkatársként fi-zika-előadásokat tartott. Karl Herzfelddel és diákjával, Alfred Sklarral nagyon gyümölcsöző együttműködés alakult ki. Tartalmas cikkeket közöltek, amelyek-ben Maria kémiai problémák megoldására használta fel kvantummechanikai tudását. Férjével is volt közös munkája; statisztikus mechanikai könyvük a tu-dományág egyik alapműve lett.⁵

A náci hatalomátvétel után sok zsidó tudós elmenekült Németországból; így került az Egyesült Államokba több jó barátjuk, köztük James Franck és Tel-ler Ede. James Franck a Johns Hopkinson kapott állást, Teller Edét a George Washington Egyetemre nevezték ki professzornak, a közeli Washingtonban. „Mariának kapóra jött, hogy beszélhet vele [Tellerrel] a munkájáról. Roppant inspiráló fizikusnak tartotta, és tanácsot kért tőle [...] az elméleti fizikai problé-mák megoldásához.”⁶ Teller Ede szerint „Maria nemcsak hihetetlenül tehetséges

fizikus volt, hanem gyönyörű nő is. Karcsú és szőke; természetes báj és finomság áradt belőle, s mindehhez jelentős észbeli képesség társult.”⁷⁷

1938-ban született meg a Mayer család második gyermeke, Peter. Ebben az évben derült ki, hogy a Johns Hopkins nem véglegesíti Joe-t. Szerencsére a New York-i Columbia Egyetem állandó állást és a korábbi fizetésének kétszeresét ajánlotta neki. Leoniába költöztek (New Jersey állam), amely a Hudson folyó Manhattannel átellenes oldalán fekszik. A Columbia fizika tanszéke semmilyen állást nem adott Mariának. Az egyik professzor, a hamarosan Nobel-díjas Isidor Rabi nőkről alkotott véleménye az általános felfogást tükrözte. Rabi szerint a nők idegrendszere „...egyszerűen más. Nem engedi, hogy koncentráljanak. Azt hiszem, ezen nem is érdemes vitatkozni, így van és kész. Mehetnek a nők is kutatóknak, és elég jól végzik majd a dolgukat, de átütő eredményeket ne várjunk tőlük.”⁷⁸ Szerencsére a már Nobel-díjas Harold Urey, a kémia tanszék vezetője más véleményen volt. Ismerte Maria munkáját, és előadói állást ajánlott neki – fizetés nélkül.

Maria tudományos fejlődése szempontjából is fontos eseménynek számított, hogy Enrico Fermi a Columbia Egyetemre került. A friss Nobel-díjas a fasiszta Olaszországból menekült Amerikába. Azt tanácsolta Mariának, hogy az akkor kibontakozó magfizikába ássa bele magát.

A második világháború alatt a kutatók többsége katonai fejlesztéseken dolgozott. Joe az aberdeeni kísérleti lőtérré került, Maryland államba. Sok időt töltött a családjától távol, így Mariának kellett gondoskodnia a gyerekekről, a háztartás is az ő nyakába szakadt. Ugyanakkor a háború miatt új lehetőségek nyíltak meg a kutatóknak előtt. A Sarah Lawrence College, egy New York állambeli kis női főiskola tanári állást ajánlott Mariának. Sőt, 1942-ben Urey felkérte, hogy vegyen részt egy titkos munkában: ki kellett dolgozniuk, hogyan választható el a hasadásra hajlamos urán-235 izotóp a sokkal nagyobb mennyiségben előforduló urán-238-tól. Emiatt végül teljes munkaidős állást kapott, ezért ott kellett hagynia a Sarah Lawrence College-ot. Életében először fizettek a kutatásaiért! „Ekkor kezdem kutatóként a saját lábamra állni, nem kellett örökké Joe-ra támaszkodnom.”⁷⁹

Körülbelül két év múlva Teller Ede egy másik titkos munkába vonta be Mariát. Teller Los Alamosban dolgozott a Manhattan-terven, és arra kérte kolléganőjét, hogy különböző anyagokban vizsgálja meg a sugárzás és az anyag kölcsönhatását. Nem árulta el a feladat fő célját, de Mariának még az elvégzendő számításokra is titoktartást kellett fogadnia. Az a tábornok, aki Maria munkájának titkosságáért felelt, figyelmeztette őt, hogy a számításokban részt vevő diákok nem tudhatnak arról, hogy a munka az uránnal kapcsolatos. Úgy gondolta, elég, ha azt mondják nekik, a 92-es rendszámú elem a céltárgy. Fel kellett világosítani: minden diák tudni fogja, hogy a 92-es elem az urán. Teller Ede nem mondhatta

meg Mariának, hogy mi a munkájuk célja, de amikor megadta, hogy milyen hőmérsékletre végezzék el a számításokat, „Mariának elakadt a lélegzete” – nyilvánvalóan megértette, miről van szó.¹⁰

Maria a Johns Hopkins után a Columbia Egyetemen is tanított. A Columbia diákjai nem szerettek hozzá járni. Az általános vélemény szerint nem volt túl jó előadó: gyorsan és halkán beszélt, időnként a gondolatok gyorsabban kergették egymást a fejében, mint ahogy meg tudta őket fogalmazni. Rengeteget dohányzott, még előadás közben is egyik cigarettáról a másikra gyújtott. Gyakran összecserélte a cigit a krétával: hol a krétából akart szippantani, hol a cigarettával próbált a táblára írni. A háborús kutatás, a tanítás, az, hogy Joe távollétében egyedül kellett viselnie gyermekeik nevelésének a felelősségét, a Németországban élő édesanyjáért és barátaiért érzett aggodás nagy terhet rótt rá; egyre gyakrabban nyúlt a pohárhoz.

A háború után, 1946-ban Joe a Chicagói Egyetemen kapott állást, így odaköltöztek. Ekkor ígérték először Mariának „önkéntes professzori” státuszt – amihez nem járt fizetés. Mégis hálát érzett az egyetem iránt, mert ez volt „az első hely, ahol nem gondolták, hogy púp vagyok a hátukon, hanem tárt karokkal vártak.”¹¹ A Chicagói Egyetem életre hívta az Atommagkutató Intézetet (Institute for Nuclear Studies). Az atombomba-program számos vezető fizikusa folytatta ott a kutatásait, köztük a Mayer házaspár régi barátai, Teller Ede, James Franck, Harold Urey és Enrico Fermi. Életük kezdett hasonlítani a göttingeni régi szép időkre – nem éppen az eleganciája miatt, hanem mert a fizikának szentelhették minden idejüket. Hamarosan megalapították az Argonne Nemzeti Laboratóriumot. Igazgatója, Robert Sachs – Maria első doktorandusza a Johns Hopkinson – rész munkaidős tudományos tanácsadói állást ajánlott fel Mariának. Végre „békebeli” munkát kapott, s fizettek is érte!

Teller Edét izgatta az elemek eredete, és azt javasolta Mariának, hogy dolgozzanak együtt. A munka nagy matematikai felkészültséget igényelt: Teller Ede tudta, hogy Maria az ő embere. Végül ez az együttműködés vezette el Mariát az atommagok héjszerkezetének felfedezéséhez. Maria észrevette, hogy bizonyos elemek kozmoszbeli gyakorisága és izotópjainak a száma is nagyobb, mint más elemeké. Erre nem látszott semmilyen racionális magyarázat, de talált valami közöset az ilyen elemek atommagjainak proton- vagy neutronszámban. Néhánynak nyolcvankét neutronja van (a protonok számától függetlenül), másoknak ötven. Ezek az elemek nagyon stabilnak mutatkoznak. Hasonló stabilitást tapasztaltak annál az elemnél, amelynek ötven protonja van. Az ötvenprotonos ónnak tíz különböző izotópjja van, más elemeknek jóval kevesebb. Hat elemnek van ötven neutronja és hétnek nyolcvankettő, de különböző elemekben nagyon ritkán fordul elő ugyanannyi neutron. A többi fizikus nem tulajdonított

különösebb jelentőséget ennek a megfigyelésnek. Wigner Jenő – a rá jellemző szarkasztikus udvariassággal – szórakoztató semmiségnek nevezte, és „mágikus számok”-nak keresztelte el ezeket a számokat. A név megmaradt – de az ironikus felhang eltűnt. Később több mágikus számot is találtak, az előbbiekkal együtt adják ki a 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 sort. Mariát rabul ejtették ezek a számok; addig gondolkozott rajtuk, amíg meg nem értette a jelentőségüket.

Azt is a javára kell írunk, hogy nem törődött munkatársainak kezdeti kételkedésével. Mivel Teller Ede gyakran volt távol, elsősorban Joe-val és Enrico Fermivel beszélgetett az atommagok szerkezetéről. Feltételezte – mint korábban mások is –, hogy a protonok és a neutronok különböző energiájú héjakban vannak az atommagban. Szívesen hasonlította ezt az elrendezést a hagymahéjához, ezért nevezte el őt Wolfgang Pauli „A Hagyma Madonnájá”-nak.¹²

Az elektronok szintén elektronhéjakra rendeződve veszik körül az atommagot, de itt mások az erőhatások, mint az atommagokban; az elektronokra hosszú, a magokban rövid távú erők hatnak. Hiába próbálkozott azonban Maria, nem talált olyan elfogadható hipotézist és matematikai modellt, amely az összes kísérleti adatot megmagyarázta volna. Aztán egy nap, amikor Enrico Fermivel beszélgetett, Fermi telefonhoz hívták, de mielőtt kilépett volna a szobából, odavetette: „Nem utal valami a spin-pálya csatolásra?”¹³ Egy kívülálló számára ez nem sokat jelent, de Maria előtt, aki nemcsak a jelenség fizikájával, hanem matematikájával is tisztában volt, hirtelen minden megvilágosodott. Biztosra vette, hogy ez a puzzle hiányzó darabja, és körülbelül tíz perc múlva, amikor Fermi visszajött, készen állt a magyarázattal. Beszélgetésük végét többféleképpen meséli el. Az egyik verzió szerint akkor, „amikor Maria izgalomba jött, szóáradatot zúdított a hallgatóságára, Enrico [Fermi] azonban a lassú, részletes és módszeres magyarázatokat szerette. Enrico mosolyogva távozott: »Holnap, ha megnyugszol kicsit, elmesélheted.«”¹⁴

Szinte ugyanakkor, amikor Maria felállította a modellt, egy Hans Jensen vezette német kutatócsoportban is felmerült a spin-pálya csatolás szerepe: ugyanolyan magyarázatot adtak a jelenségre, mint Maria Goeppert Mayer. A két cikk nagyjából egyszerre jelent meg. Irigység és rivalizálás helyett baráti együttműködés alakult ki Goeppert Mayer és Jensen között.

1960-ban a San Diegó-i Kaliforniai Egyetem állást ajánlott a Mayer házaspárnak (bár Mariának csak fél fizetést). Ekkor Maria már olyan híres volt, hogy a Chicagói Egyetem annyi év után végre teljes munkaidős állást és teljes fizetést kínált neki. A házaspár mégis Kaliforniába költözött, mert Mariának tetszett az ottani klíma. 1963-ban, amikor a Nobel-díját bejelentették, már nem volt egészséges. Egy-két évvel korábban agyvérzést kapott, és részben megbénult. Örült a díjnak, de azt mondta az újságíróknak: „A díj elnyerése fele olyan izgalmas sem

volt, mint maga a munka. Az volt az igazi, amikor láttam, hogy áll össze a kép!”¹⁵ Az agyvérzés után Maria nem hagyta abba a kutatást; egészen haláláig, 1972-ig dolgozott.

Maria kutatói pályáján végigtekintve feltűnik, hogy szívesen dolgozott együtt másokkal. Bár nagyon okos volt, munkatársai megfigyelése szerint nemigen kezdett önálló kutatásba. Egyikük így fogalmazott: „...valóban briliáns elme, és pengeéles az esze, de talán nem túl eredeti”.¹⁶ Szerencsére sok elsőrangú tudóst mondhatott jó barátjának vagy mentorának. Göttingenben sem csak életvidám, fiatal lány volt; éles eszével már ott is kitűnt. A göttingeni diákok sorra beleszerettek, ő pedig élvezettel flörtölt. Vonzereje később sem halványult. Fia írja: „A nők azt mesélik anyámról, hogy amint belépett a szobába, a férfiak igyekeztek a közelébe kerülni. Én sohasem vettem ezt észre, talán azért, mert én is igyekeztem közel kerülni hozzá.”¹⁷

Először – édesapja után – Max Born gyakorolt rá döntő hatást. Victor Weisskopf szerint nem a szokásos tanár–diák kapcsolat alakult ki közöttük.¹⁸ Tegeződtek, amire nemigen akadt példa tanár és diák között, ellenkező neműek esetében pedig végképp kivételesnek számított. Bornnak nem sikerült a házassága, és Maria lett a bizalmasa. Amikor Maria elköltözött az Egyesült Államokba, leveleztek egymással. Born „Drága Mariám”-nak szólította, és „a régi szeretettel” zárta sorait.¹⁸ Amennyire csak tudta, ajánlásaival egyengette Maria útját az amerikai tudományos körökben.

A Teller Edéhez fűződő barátság is meghatározó volt Maria tudományos fejlődésében. Évekig leveleztek, elsősorban az 1940-es évek közepe és az 1950-es évek közepe között. Teller Ede megkérte ugyan, hogy semmisítse meg a leveleit, de Maria megtartotta őket. Később, amikor Teller az emlékiratain dolgozott, nagyon hasznosnak bizonyultak a beszámolóí. A levelek nemcsak Maria tudományos fejlődését tanúsítják, hanem Teller Ede személyiségének alig ismert vonásait is megvilágítják. Teller kollégájának, barátjának, sőt lelki társának tartotta Mariát, akire zaklatott gondolatait életének legnehezebb periódusában is rábízhatta: ebben az időben vitatkoztak arról, hogy szüksége van-e az Egyesült Államoknak hidrogénbombára, ekkor állították elő a hidrogénbombát; ekkor tanúskodott Teller az Oppenheimer-ügyben; ekkor alapították meg a Livermore Laboratóriumot.¹⁹ Maria Goeppert számára ez a barátság azt jelentette, hogy roppant invenciózus kollégától tanulhatott, és ragyogó, tapasztalt tudóssal beszélhette meg atommag-szerkezeti kutatásait, mágikus számait.

Maria Hans Jensennel is barátságot kötött és levelezett. Ez a kapcsolat azonban különbözött az előző kettőtől. Bornra és Tellerre felnézett, megpróbált minél többet tanulni tőlük. Jensennel akkor ismerkedett meg, amikor már szakterülete

elismert tudósa, és így levelezőtársának egyenrangú partnere volt. Tudományos párbeszédükből közös könyv született.²⁰

Maria legfontosabb „munkatársa” Joe Mayer volt. Élete során Joe mindenben teljes szívvel támogatta. Folyton a kutatásairól beszélgettek, ami mindkettőjük hasznára vált. Maria elméleti fizikus volt, alapos matematikai tudással felvértezve, Joe kísérleti kémikus, aki a nagy berkeley-i iskolában tanult. Joe mindig hangoztatta, hogy összes kvantummechanikai tudását Mariának köszönheti. Végül a statisztikus mechanikában is otthonosan mozgott, ehhez pedig komoly matematikai háttér szükséges. Amerikai életük első évtizedében Maria vagy Joe-val, vagy az ő kollégáival dolgozott, többnyire kémikusokkal. Cikkeinek többsége kémiai problémából indult ki. Kémiai jártassága fontos tényezőnek bizonyult az atommag héjmodelljének kidolgozásában.

Bár a fiatal Maria tehetségéhez nem fért kétség, és a természettudományokat is szerette, egyáltalán nem volt biztos abban, hogy tudós akar lenni. Amikor beleszeretett Joe-ba, nem rohant vissza a PhD-munkájához. Még Baltimore-ban, Marianne születése után is élvezte az anyaságot; azt mondta: „Csodálatos élmény volt a gyerek, óriási élmény!”²¹ De később, főként a Columbia Egyetemen töltött évek alatt mind jobban elmerült a kutatómunkában, és a sorrend felcserélődött. Még régi barátja, Max Born is elképedt, amikor egy hosszú levélben Maria mindenre részletesen kitért, de egyetlen szót sem írt a gyerekeiről. Egyik életrajzírója említi, hogy az 1940-es évek elejétől egyre inkább eltávolodott a gyerekeitől. A háborús évek alatt dadák vigyáztak a kicsikre, ami rosszul esett nekik. Peter azért is megsínylette a mama hiányát, mert küszködnie kellett az olvasással – később derült ki, hogy diszlexiás. Marianne azt mondta Mariáról: „Időnként nagyon igyekezett, hogy anya legyen, de gyakran nem volt ott.” Amikor Marianne-nak kislánya született, fontosnak tartotta, hogy otthon maradjon vele. Maria és a gyerekek későbbi kapcsolatáról sokat elárul, hogy Maria meghívta a fiát a Nobel-ünnepségekre, de Peter nem ment el. Lánya szeretett volna elmenni, de őt nem hívta meg, és Marianne nem szólt. A Columbián töltött évek alatt a Mayer család Leoniában lakott, egy New Jersey-i kisvárosban. Mariát egyre többet foglalkoztatta a kutatás, és mind jobban bosszantották a partyk, ahol a tudóseleségekkel illett együtt lennie. Ő tudományos kérdésekről szeretett beszélgetni, a férfiak pedig szemmel láthatóan élvezték a társaságát. Laura Fermi írta: „Az egyetemi emberek feleségei, amilyen én is voltam, nehezen kerültek már Maria Mayer közelébe, mert ő mindig csak a férfiakkal beszélgetett, és elvont dolgokról tárgyalt.”²²

Felvetődik, hogy Maria nem lett volna-e még sikeresebb kutató, ha nincsenek nepotizmusellenes intézkedések. Fia, Peter úgy véli, hogy nem. Joe Mayer nemcsak nagyra tartotta Maria képességeit, hanem a kutatások folytatására is

biztatta feleségét. A kollégák együttműködése és elismerése szintén sokat jelentett. Az egyetemi légkör, a szemináriumok, a viták megteremtették azt a háttérrel és intellektuális ösztönzést, amelyre Mariának szüksége volt. De Joe jelenléte és folyamatos támogatása valószínűleg mindennél többet számított. Maria állandóan rajta próbálta ki az ötleteit. Gyerekeik úgy emlékeznek, hogy otthon megállás nélkül tudományos kérdésekről beszélgettek, még étkezés és vendégség közben is. Ez egyáltalán nem tetszett nekik, ezért végül Marianne megkérte a szüleit, hogy a családi asztalnál szüneteltessék a tudományos eszmecserét.²³

Mariának érthetően rosszul esett, hogy szinte teljes tudományos pályafutása alatt ingyen kellett dolgoznia. Egy ritka őszinte pillanatban megnyílt egy pályakezdő fiatal kutató előtt. Figyelmeztette őt, hogy nehéz lesz munkát találnia „a világnak ugyanazon a pontján, ahol a férje dolgozik, és arra is, hogy az ő házassága sok egyetemi embert mentett fel az alól, hogy munkaerőként számoljon vele”.²⁴ Mégis, egy tudós házaspár tagjaként Maria képes volt az előnyére fordítani a hátrányok egy részét.

DARLEANE C. HOFFMAN

Magkémikus



Darleane C. Hoffman 2004-ben Berkeley-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

A természetben kilencvenkét elem fordul elő, a legnehezebb a 92-es rendszámú urán. Ezek az elemek építik fel az összes olyan anyagot, amellyel a természetben találkozunk. A mai periódusos rendszerek azonban száznál jóval több elemet tüntetnek fel. Az uránnál nehezebbeket kivétel nélkül emberek állították elő; gondosan végrehajtott kísérletekben fedezték fel őket. Az új elemek megtalálásáért akkora hajsza folyik, hogy néha még a tekintélyes laboratóriumokban is előfordulnak csalások. A kutatóknak ezért úgy kell az új elemek nyomába eredniük, hogy közben figyelik a hamis bejelentéseket. Darleane Hoffman ennek a tudományterületnek az egyik legkiválóbb képviselője – mentorához, Glenn T. Seaborg kémikushoz hasonlóan, aki több új elemet fedezett fel, mint bárki más a tudomány történetében. Darleane büszkén viseli a kabátja hajtókáján azt a kitűzött, amelyen a mentoráról elnevezett 106-os elem vegyjele, Sg (seaborgium) olvasható. Glenn Seaborgot ritka kitüntetés érte: elemeket még a legnagyobbakról is alig neveznek el. 1994-ben Darleane csoportja igazolta, hogy a 106-os elemet valóban felfedezték Ghiorso és munkatársai, akik ezután a „seaborgium” nevet javasolták. Az IUPAC 1997-ig késlekedett a név elfogadásával, mert Seaborg még élt, de egyetlen olyan szabályt sem találtak, amely megtiltja, hogy élő emberről nevezzenek el elemeket.

Amikor Darleane-t felkerestem, hivatalosan már nyugdíjba ment – noha éppen nyugdíjazása idején lett az akkor felállított G. T. Seaborg Intézet alapító igazgatója a Lawrence Livermore Nemzeti Laboratóriumban (LLNL). Professzori státuszát is megtartotta a Kaliforniai Egyetemen, Berkeley-ben, a kémia tanszék doktori iskolájában, valamint kutatóprofesszori állását a Lawrence Berkeley Nemzeti Laboratórium (LBNL) nukleáris tudományi osztályán.

Darleane Christian 1926-ban született egy kisvárosban, Terrilben, Északnyugat-Iowában. Édesapja iskolai tanfelügyelő volt. Darleane a mai Iowai Állami Egyetem elődjében tanult, itt szerzett 1951-ben PhD fokozatot kémiából, és magkémiára szakosodott. A doktori iskolában ismerte meg jövendőbeli férjét, Marvin Hoffmant. Darleane doktorátusának megszerzése után házasodtak össze. Amíg férje magfizikai disszertációjának befejezésén dolgozott, Darleane egy évet az Oak Ridge-i Nemzeti Laboratóriumban töltött, aztán követte Marvint a Los Alamos-i Nemzeti Laboratóriumba (LANL). Ekkor látta először hátrányát annak, hogy nőnek született. A tervek szerint a radiokémiai laboratóriumban kapott volna munkát, de amikor megérkezett,¹

felhívtam a személyzetist, aki azt mondta, sajnos, azon az osztályon nem alkalmazunk nőket! [...] Azelőtt soha nem ért nyilvános diszkrimináció a nemem miatt! Magamon kívül voltam. 1953 januárjának első napjaiban elmentünk egy partyra, amelyet a labor igazgatója, dr. Norris Bradbury adott az új tagoknak, és ott több emberrel beszélgettem. Végül talákoztam egy férfival, akiről a bemutatkozásnál kiderült, hogy ő dr. Rod Spence, a radiokémiai csoport vezetője. Azt kérdezte: „Hol bujkál? Már kerestem magát!” „Itt vagyok, csak próbálok előkeríteni a beígért munkámat, de sehol sem találom” – válaszoltam. [...] Azóta sem bízom a személyzetisekben.

Három évtizedig maradtak Los Alamosban; mindkét gyerekük ott született. Darleane sohasem hagyta abba a munkát. Először egy nő járt hozzájuk mindennap, és vigyázott a gyerekekre. 1964-ben Darleane édesanyja a közelükbe költözött, és attól fogva ő segített. 1978–1979-ben Darleane, Guggenheim-ösztöndíjjal, Glenn Seaborg csoportjában dolgozott a Kaliforniai Egyetemen, Berkeley-ben. Végül, 1984-ben Berkeley-be költöztek.

Darleane egyik legemlékezetesebb eredménye a természet ősi plutóniumának felfedezése. Ez 1971-ben történt, de a munka jelentőségét akkor értékelhetjük igazán, ha visszamegyünk 1940-be, amikor a Berkeley két munkatársa, Edwin M. McMillan és Philip M. Abelson azt tanulmányozta, mi történik, ha neutronokkal bombázzák az uránt. Erre közvetlenül azután került sor, hogy

Otto Hahn és Fritz Strassmann maghasadást idézett elő az uránban, amit Lise Meitner és Otto Frisch értelmezett. A Berkeley-beli kísérletek nyomán fedezték fel az első mesterséges transzurán elemet, a neptúniumot. Nemsokára, 1941-ben Seaborg és munkatársai előállították a következő transzurán elemet, a plutóniumot, amely aztán óriási szerepet játszott az atombombák fejlesztésében. A plutóniumbombát 1945. augusztus 9-én dobták le Nagaszakira. A plutónium felfedezését csak a háború után publikálták.



Darleane C. Hoffman és Glenn T. Seaborg az 1980-as években Darleane Hoffman laboratóriumában (a Lawrence Berkeley Nemzeti Laboratórium és Darlene Hoffman szívességéből)

Darleane és munkatársai 1971-ben természetes plutóniummaradványokat találtak: az elem egyik izotópját, a plutónium-244-et mutatták ki a természetben.* Ez a plutóniumizotóp a leghosszabb élettartamú a plutóniumizotópok között. Nyolcvanmillió év a felezési ideje. Elképzelhető tehát, hogy nem az urán a legnehezebb természetes elem, mivel a plutónium rendszáma 94, míg az uráné 92 (a neptúniumé 93). Nem tudjuk, hogy ez a plutóniumizotóp a Földön keletkezett-e vagy az űrből került ide. Darleane és csoportja úgy gondolta, hogy primordiális, ősi, vagyis a világegyetem kezdetétől fogva létezik.

* Az elemeket a rendszámuk azonosítja, amely megegyezik az elemek atommagjában levő protonok számával. A protonokon kívül neutronok is vannak az atommagban; a legtöbb elem atommagjai különböző számú neutronot tartalmazhatnak. Az izotópok olyan azonos rendszámú elemek, amelyeknek az atomjai csak a neutronok számában különböznek. A név azt jelenti, hogy a periódusos rendszerben ugyanott van a helyük (toposz), bár tömegük eltérő.

A felfedezés olyan izgalmas volt, mint egy krimi; a kutatók egyre jobban megközelítették az izotóp lehetséges „tartózkodási helyét”, és végül az Amerikai Molibdén Vállalat egyik bányájában mutattak ki egy kevés plutónium-244-et a kaliforniai Mountain Passban. Ez a jelentős eredmény hozzájárult a földi elemek sorsának megismeréséhez. Ahhoz is elég fontosnak tartották, hogy megemlítsék Darleane Nemzeti Tudományos Érmének indoklásában. Az érmet Clinton elnök adta át 1997-ben. Darleane sok más elismerést is kapott, például beválasztották az Amerikai Művészeti és Tudományos Akadémiába (1998) és a Norvég Tudományos Akadémia külső tagja (1990). Elnyerte az Amerikai Kémia Társaság (ACS) legrangosabb kitüntetését, a Priestley-érmet is (2000).

Darleane Hoffman tudományos eredményei közül a plutónium-244 története kapta a legnagyobb nyilvánosságot, de más felfedezések is fűződnek a nevéhez. Csak kettőt említek: kimutatta, hogy spontán maghasadáskor két, közel azonos tömegű elem keletkezik, és felfedezte a nehéz, rövid élettartamú fermium-izotópokat. Darleane a vezetői munkába is belekóstolt; először akkor, amikor ő lett az első női vezetője egy tudományos osztálynak Los Alamosban (1979–1984), másodszer pedig akkor, amikor hivatalosan nyugdíjba vonult.²

1991-ben kértem az egyetemi tanári nyugdíjazásomat, amiért Seaborg nagyon haragudott rám. De a kaliforniai közalkalmazottak nyugdíjalapja olyan „ösztönző csomagot” dolgozott ki 1991-ben a tagjai számára, hogy az akkori fizetésemnél nagyobb összeggel mehettem nyugdíjba! Én mégis inkább kisebb nyugdíjat választottam, mert így ha valami történne velem, a férjem megkapná ugyanezt a járandóságot. Ezzel a kivételes lehetőséggel élni kellett. Seaborgot még soha nem láttam olyan dühösnek, mint amikor beszámoltam a döntésemről. Megígértem, hogy ugyanúgy dolgozom ezután is, mint korábban, de azt mondta, hogy hatalom nélkül nem lehet ugyanúgy folytatni. Nyugdíjba vonulásomkor azonban félállásban én lettem a Seaborg Intézet első igazgatója a Lawrence Livermore Nemzeti Laboratóriumban, 1991-ben. Chris Gatrousisszal, Tom Sugiharával és Patricia Baisdennel segítettem az intézet megalapításában és alapító okiratának megfogalmazásában. 1996-ban mondtam le az igazgatói poszt-ról, azóta tanácsadóként dolgozom.

Darleane Hoffman mindenekelőtt tudós, de a nők helyzetének javítását is a szívéen viseli. Egyik kutatói évét Norvégiában töltötte, 1964–65-ben. A választást a kitűnő norvég magkémiai kutatások mellett édesapjának norvég származása motiválta. Fontos tudományos és társadalmi tapasztalatokat szerzett, amelyek

később is éreztették a hatásukat: „Norvégiában akkor a nőket sokkal egyenrangúbbnak tekintették, mint az Egyesült Államokban. Például a nők nyugodtan elmehettek egyedül vacsorázni, bár az is igaz, hogy a férfiak nem nyitották ki előttük az ajtót. Viszont azonnal ugrottak, ha az ember segítséget kért. Rengegetet tanultam tőlük ez alatt az egy év alatt. Utána a mindennapi életben és a kutatásban is sokkal önállóbb lettem.”³

Pályájára visszatekintve szembeűnő, hogy Darleane Hoffman mennyit tett a nőkérdés javítása érdekében – ebben talán a norvég tapasztalatok is közrejátszottak. Tudta, hogy kevés nő választja a kutatói pályát, később pedig nyomon követte a létszám növekedését. Észrevette azonban az „ollóhatást” is: a nagyszámú diplomás nő közül aránytalanul kevés jut vezetői pozícióba, és ez tartós jelenségnek tűnik. A következő idézetben ő maga mondja el, mit tett a nők egyenjogúsításáért:⁴

Nagyon odafigyeltem erre a kérdésre az évek során. Rettenetesen büszke voltam arra, hogy kedvező változásokat indíthattam el, amikor osztályvezetőként dolgoztam Los Alamosban. Az utolsó évemben került sor az egyik legörömtelibb vezetői intézkedésemre. A laboratóriumnak volt néhány pere, mert a nők nem kaptak annyi fizetést, mint az ugyanolyan pozíciót betöltő férfiak. Ezért minden osztálynak adtak egy összeget, hogy az azonos beosztású nők átlagfizetését feltornázzuk a férfiak átlagának szintjére. Ezt a pénzt teljesítményarányosan osztottuk el a nők között; úgy éreztem, mindenki jól járt. Pályám során számtalan női konferenciára és „nők a tudományban” tanácskozássra hívtak meg. Úgy gondolom, a doktoranduszaim között, Berkeley-ben, harminc százalék lehetett a lányok aránya. 1984-ben, amikor először dolgoztam ott, a kémiai doktori iskolásoknak körülbelül a tizennyolc százaléka volt csak lány, és a negyvenfős gárdából mindössze én voltam a második véglegesített női kémiaprofesszor. Akkor azt hittem, ha növelnénk a kémiai PhD fokozatot szerző nők számát, arányosan több nőt alkalmaznának a tekintélyes kutatóegyetemeken. Az Amerikai Kémiai Társaság statisztikái azonban mást tükröznek. A kémiai BSc fokozatoknak nagyjából a felét és a kémiai PhD fokozatoknak több mint a harmadát most a nők szerzik meg, de ma [2005-ben] a neves egyetemeken csak nyolc százalék körüli a véglegesített női egyetemi tanárok aránya. Meg kell vizsgálnunk, milyen légkör uralkodik az egyetemeken, milyen elvek alapján véglegesítik az oktatókat, és mi az oka annak, hogy az Egyesült Államokban sok nő nem is pályázik a rangos kutatóegyetemek állásaira.

HUGONNAI VILMA

Orvos



Hugonnai Vilma 1890 körül

(http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AHugonnai_Vilma_c_1890.jpg, utolsó letöltés: 2013. augusztus 3., közkinccs)

Amikor dr. Hugonnai Vilma – aki 1879-ben orvosi diplomát szerzett a Zürichi Egyetem orvosi fakultásán, majd egy svájci kórházban is dolgozott egy évet – úgy döntött, hogy visszatér szülőhazájába, Magyarországra, el sem tudta képzelni, mennyi kudarc és csalódás vár rá.¹

Hugonnai Vilma 1847-ben született Nagytétényben, amely akkor még Budapest elővárosa volt, ma a XXII. kerülethez tartozik. Születésekor Hugonnay grófnőnek hívták, de később elhagyta nevéből az y-t, így lett egyszerűen Hugonnai. Eleinte nevelőnők tanították otthon, aztán egy előkelő bentlakásos leánynevelő intézetbe került. Nyarait az egyik iskolai barátnőjénél töltötte; náluk ismerkedett meg egy fiatalemberrel, Szilassy Györggyel, akihez tizennyolc éves korában feleségül ment. Házassága boldogtalan volt; férje kártyázott és lovagolt, a régi szeretőjéhez járt. Vilma egyedül érezte magát, de legalább jutott ideje a fiára. Ennél azonban többre vágyott.

1864-ben, egy nap azt olvasta az újságban, hogy Svájcban a nők egyetemre járhatnak. Az 1860-as években erre nem volt mód Magyarországon. Férje egyáltalán nem bánta, ha beiratkozik egy svájci orvosegyetemre, de a tanulmányok

finanszírozását megtagadta. Vilma keményen ragaszkodott az elhatározásához, eladta az összes ékszerét, pénzzé tette egyéb értékeit, és Zürichbe utazott. A zürichi orvosegyetemre akkoriban sok nő iratkozott be a világ minden tájáról hasonló okok miatt, mint Hugonnai Vilma, de ő volt az egyetlen magyar. Nagyon szerény körülmények között élt. Vegetáriánus lett, mert a zöldségek nem kerültek annyiba, mint a hús. Társai „szegény grófnő”-nek hívták. Vilma jól tanult, és egyik professzorának kutatásaiban is részt vett. 1879-ben a Zürichi Egyetem doktorrá avatta. Ezután egy évig még Zürichben maradt, hogy egy ottani kórházban szerezzon orvosi gyakorlatot. Tanárai elégedettek voltak a munkájával, és tanárségédi állást ajánlottak neki, de ő úgy érezte, most már haza kell mennie.

1882-ben megpróbálta honosíttatni orvosi diplomáját Magyarországon. Itthon a nők még ekkor sem folytathattak felsőfokú tanulmányokat, és az egyébként haladó szellemű vallás- és közoktatásügyi miniszter, Trefort Ágoston nem fogadta el külföldi diplomáját. Sőt, azt sem engedélyezte, hogy a budapesti orvosegyetemen készüljön fel a különbözeti vizsgákra – így pedig szó sem lehetett praktizálásról. Azt tanácsolta, szerezzon inkább szülésznői oklevelet! Hugonnai Vilma annyira ragaszkodott a gyógyító munkához, hogy még erre is hajlandó volt. Furcsán hangzik, de a szülésznői tanulmányokhoz előbb le kellett érettségiznie, mert bár az orvosegyetem előtt befejezte középiskolai tanulmányait, a nők akkor még nem érettségizhettek. Ez az akadály legalább már elhárult, és Vilma végül szülésznő lett. Szerencsére a szülésznők képzéséért felelős klinikai igazgató – zürichi orvosi diplomája láttán – a szülésznői iskola elvégzése nélkül is kiállította az oklevelét.

Az új oklevél birtokában Hugonnai Vilma magán szülőotthont nyitott. Később egy budapesti bentlakásos leányiskolában tanított. 1895. november 18-án I. Ferenc József, Ausztria császára és Magyarország királya aláírta azt a rendeletet, amelynek értelmében a nők felsőfokú tanulmányokat folytathattak a bölcsészettudomány, az orvostudomány és a gyógyszerészet területén. De ez még mindig kevés volt Hugonnai Vilma zürichi diplomájának érvényesítéséhez. Ezt sem bánta: negyvennyolc éves korában az összes előírt vizsgát letette Budapesten. Végre, 1897-ben, megkapta második orvosi diplomáját, ezúttal Magyarországon, majdnem húsz évvel az első, Zürichben szerzett oklevél után.

Időközben elvált a férjétől, és hozzáment Wartha Vincéhez, a neves kémia-professzorhoz; lányuk is született. Wartha Vince a Magyar Tudományos Akadémia tagja volt, és csaknem harminc éven át rektorként irányította a Budapesti Műszaki Egyetemet. Egyik nagy eredménye egy régi máz, az „eozin” titkának megfejtése. A pécsi Zsolnay-porcelángyár az eozinnal vált világhírűvé.

Élete hátralevő éveiben Hugonnai Vilma orvosként dolgozott, elsősorban nőket és szegényeket kezelt. Sok más feladatot is magára vállalt, köztük a nők sorsának jobbítását. Egészségtant tanított a leányiskolákban, ismeretterjesztő könyveket írt a betegek ápolásáról és a gyermekgondozásról, a nőmozgalmakról és a nők munkába állásáról. Egész élete során hangoztatta, hogy a nőknek az egészségügyi szakmákban a helyük. Leánygimnáziumok alapítását szorgalmazta, kiállt a nők és a férfiak jogegyenlősége mellett. 1914-ben, az első világháború kitörésekor, hatvanhét évesen elvégzett egy katonaorvosi tanfolyamot. Szervezőmunkája nyomán nyolcvannégy orvosnő és számos ápolónő állt szolgálatba. 1922-ben, hetvenöt éves korában halt meg. Az önálló értelmiségi nő szimbóluma lett Magyarországon.

FRANCES OLDHAM KELSEY

Farmakológus



Frances O. Kelsey 2000-ben dolgozószobájában, az Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatóságon (FDA), Rockville, Maryland állam (Hargittai Magdolna felvétele)

„Az FDA »hősnője« nem enged rossz gyógyszert a piacra”^{*} hirdette első oldalán a *Washington Post* 1962. júliusi 15-i, vasárnapi száma.¹ Sok más neves napilap is hasonló főcímmel jelent meg az Egyesült Államokban. Az 1960-as években az egész világon talidomidos rémtörténetekkel voltak tele az újságok. A szert Európában Contergannak nevezték; az 1950-es években fejlesztette ki a Chemie Grünenthal cég Németországban. Nyugtatónak, altatónak használták, és a terhesség első harmadában hányinger ellen is szedték a nők. Azok a gyerekek, akiknek az édesanyja ezt a gyógyszert használta a terhessége alatt, rettenetes születési rendellenességekkel, többnyire deformálódott vagy hiányzó végtagokkal jöttek a világra. Becslések szerint a gyógyszer körülbelül tízezer gyermeket betegített meg Európában, Kanadában és a világ más részein. Az Egyesült Államokban viszont alig fordult elő ilyen eset, ami az Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatóság egyik lelkiismeretes és elkötelezett – vagy ahogy mások látták őt, makacs, csökkönyös – kutatójának, Frances Oldham Kelsey-nek az érdeme volt.

^{*} FDA: Food and Drug Administration, Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatóság.

Frances Oldham 1914-ben született Cobble Hillben, egy Vancouver-szigeti faluban, Brit Columbiában, Kanadában. Szerette a természetet, és kicsi kora óta tudta, hogy „valamilyen tudós”² lesz. Tizenöt évesen fejezte be a középiskolát. Ezután beiratkozott a montreali McGill Egyetemre, ahol tizenkilenc évesen kapta meg a BSc fokozatot. Ekkor már dúlt a gazdasági világválság, és szinte lehetetlen volt munkához jutni. Frances választhatott: vagy továbbtanul, vagy könyörödományokból él. A McGill mellett döntött: 1935-ben nyerte el a mesterfokozatot farmakológiából. Ezután egy tanára javaslatára beiratkozott a Chicagói Egyetem doktori iskolájába, hogy a PhD fokozatot is megszerezze. Írt Eugene M. K. Geiling professzornak, aki éppen akkor került az újonnan alapított Farmakológiai Tanszékre, Chicagóba.

Látszott, hogy Frances szívesen meséli el ezt a történetet. Nagyon örült, amikor megérkezett Geiling kedvező válaszevele, csak hogy a megszólítás „Kedves Oldham Úr” volt. Oldham kisasszony gondolkodóba esett, ne írja-e meg, hogy az „e” betűs Frances női név. Végül inkább szó nélkül élt a lehetőséggel. Sohasem tudta meg, mi járhatott a professzor fejében, amikor meglátta őt Chicagóban – és azt sem, hogy vajon felveszik-e, ha egyértelműen női névvel jelentkezik doktoránsnak.

Dr. Geiling szorosan együttműködött az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatóságával (FDA), amely 1937-ben megkérte Geiling csoportját, segítsen kideríteni, mi a baj az „Elixir Sulfanilamide” nevű új gyógyszerrel. A Sulfanilamide tablettát jó ideje kitűnő eredménnyel használták bakteriális fertőzések kezelésére – afféle csodaszernek tartották. De a gyártó folyadék formájában is el akarta készíteni, hogy könnyebben beadhassák a gyerekeknek. A gyógyszert feloldották egy vegyszerben, és a cég minden ellenőrzés nélkül piacra dobta a készítményt. Az új gyógyszerformától többen meghaltak. Az FDA meg akarta tudni, mi vezetett ezekhez a tragédiákhoz. Geiling több kollégájával együtt Frances is részt vett a vizsgálatban. Hamarosan rájöttek, hogy az oldószer, a mérgező dietilén-glikol volt a bűnös. Ez a munka vezetett a „szövetségi élelmiszer-, gyógyszer- és kozmetikum-törvény” (FFDCA) megalkotásához 1938-ban. Az új törvény előírta, hogy egy gyógyszer forgalomba hozatala előtt a gyártónak kémiai és állatkísérletek, valamint klinikai vizsgálatok alapján kell igazolnia a szer biztonságos voltát. Frances ugyanebben az évben kapta meg PhD fokozatát.

A chicagói farmakológiai tanszéken F. Ellis Kelsey volt az egyik kollégája; 1943-ban házasodtak össze. A PhD fokozat megszerzése után Frances a Chicagói Egyetem orvosi karát is elvégezte: 1950-ben avatták orvossá. Ebben az időszakban született meg két kislányuk. 1952-ben a Dél-dakotai Egyetem orvosi kara (Sanford School of Medicine) ajánlott állást Ellisnek, így a család Vermillionba költözött. Orvosi diplomája megszerzése után Frances az Amerikai Orvosi

Társaság (AMA) szerkesztőjeként kezdett dolgozni. Rengeteg olyan cikk ment át a kezei között, amelyet a társaság folyóiratához küldtek be. Ez a munka később hasznosnak bizonyult. A Dél-dakotai Egyetemen farmakológiát is tanított.

A kutatás állandó beszédtema volt a Kelsey család otthonában; Frances és Ellis számos problémán dolgozott együtt, és sok közös cikk került ki a „műhelyük-ből”. Frances azt is elő akarta segíteni, hogy minél több nő szerezzon diplomát. Az 1960-as években lányaik a washingtoni National Cathedral Schoolba – egy lányiskolába – jártak. Frances tudta, hogy érdekeli a tudományos pályát választó nők sorsa, ezért nekem adta annak a beszédének a másolatát, amellyel a National Cathedral Schoolban hívta fel a lányok figyelmét az orvosi pálya szépségeire.³

A Kelsey család 1960-ban újra útra kelt: ezúttal Marylandbe, ahol Ellis a Nemzeti Egészségügyi Intézetekben (NIH) dolgozott. Francesnek ismét munka után kellett néznie. Eszébe jutott, hogy néhány évvel korábban az FDA megkérdezte, nem akar-e hozzájuk szegődni. Akkor nem mondhatott igent, de most nagyon örült volna az állásnak, mert az intézmény a közelükben volt. 1960 augusztusában az FDA új gyógyszer-ellenőrző hivatalnokaként állt munkába. Körülbelül egy hónapja dolgozott a hatóságnál, amikor „úgy döntöttek, kezdetnek, mivel újonc vagyok, egyszerű készítményt kapok – így került hozzám a talidomid alkalmazása.”⁴



Frances O. Kelsey és Hargittai Magdolna Kelsey irodájában, Rockville, Maryland állam, 2000
(Hargittai István felvétele)

Ekkor már szerte Európában, főként Németországban használták a Contergant; többnyire vény nélkül hozzá lehetett jutni. Miután a gyógyszert elfogadták Európában, senki sem csodálkozott volna, ha gond nélkül átmegy az FDA gépezetén, de Frances rostáján fennakadt. Frances és kémikus, farmakológus kollé-

gái számos problémába ütköztek, amikor megvizsgálták a Richardson–Merrell gyógyszergyár Kevandon márkanéven futó szerének dokumentációját. Sem az állatkísérletekről, sem a klinikai vizsgálatokról nem nyújtottak be tisztességes jegyzőkönyvet. Francesnek ismerősen csengett a gyógyszer hatását tanúsító orvosok neve. Eszébe jutott, hogy sokuk cikkét rendszeresen visszautasította az Amerikai Orvosi Társaság.

Az FDA vegyésze észrevette, hogy nem adták meg, melyik királis molekula-változatot tesztelték; vagy racém keveréket használtak volna? A kiralitás számos anyag molekulájának jellegzetes tulajdonsága. Sok anyag molekulája kétféle változatban is előfordulhat, egy jobbkezes és egy balkezes változatban. A kettő egymásnak a tükörképe, és ha egymás fölé kerülnek, nem fedik le egymást, ahogyan a jobb és bal kezünk sem. A két változatot enantiomereknek nevezik. A racém keverékekben azonos mennyiségben van jelen a kettő. Előfordulhat, hogy az egyik enantiomer gyógyszer, a másik azonban mérgező.

A talidomidról tudták, hogy két enantiomer változatban jelenik meg. Az egyikről azt gondolták, gyógyhatást fejt ki, a másikat ártalmatlannak hitték. Később kiderült, hogy az egyik teratogén. Sőt, a teratogén (fejlődési rendellenességet okozó) hatást nem lehet az egyik számlájára írni, mert a két változat gyorsan átalakul egymásba a szervezetben. De ezt csak jóval később mutatták ki.

A kezdeti vizsgálatok után Frances újabb tesztekért és további dokumentációt kért. Oda-vissza pattogott a labda, a cég kezdte elveszíteni a türelmét, és egyre nagyobb nyomást gyakorolt, hogy felgyorsítsa a jóváhagyási procedúrát. Közben már arról érkeztek hírek Európából, hogy egyes perifériás neuropátiás megbetegedések összefügghetnek a gyógyszer használatával. A gyógyszergyár azt javasolta az FDA-nek, hogy óvintézkedésként tüntessék fel ezt a kockázatot a gyógyszer csomagolásán. De Frances Kelsey nem ment bele, mert újabb veszély jutott az eszébe. Ekkoriban már sokat beszéltek arról, hogy a magzat fejlődését befolyásolhatják az anya terhessége alatt szedett gyógyszerek. Márpedig Európában évek óta használták ezt a szert a terhes nők reggeli hányingerének elmulasztására. Frances főként a hosszan tartó alkalmazás aggasztotta, mert a perifériás neuropátia rendszerint elnyúló kezelés után jelentkezett. A gyógyszergyár nem vont be elég nőt az esettanulmányokba, és azzal érvelt, hogy ha ez valódi veszély lenne, az európai orvosok már beszámoltak volna róla. A cég megint oda lyukadt ki, hogy erre a hatásra is figyelmeztessenek a csomagoláson.

Ez idő tájt a német orvosok kezdtek felfigyelni arra, hogy megnőtt a súlyosan deformált karral és lábbal születő gyerekek száma – de a hírek nagyon lassan jutottak el Amerikába. A perifériás neuropátia viszonylag gyakori előfordulása mindenesetre arra készítette Franceset, hogy ne adjon zöld utat a gyógyszernek. 1962 végére a súlyos születési rendellenességek híre is megérkezett az Egyesült

Államokba, és a Richardson–Merrell gyógyszergyár visszavonta a kérelmét. Sajnos ekkorra már rengeteg orvoshoz juttatták el „kísérletre” a gyógyszermin-tákat, de az orvosokat nem kérték fel pontos jegyzőkönyvezésre, mert egyáltalán nem kételkedtek a gyógyszer biztonságosságában. Az FDA mindent megtett az emberek tájékoztatása érdekében: tudatta, hogy a gyógyszer nem biztonságos, és nem szabad alkalmazni. Ezért bár született néhány torz csecsemő, más országoktól eltérően nem kellett számolni a gyógyszer teratogén hatása miatt nyomorékon születő babák ezreivel.

A talidomid által okozott tragédiák ugyanúgy hatást gyakoroltak az Egyesült Államok gyógyszerbiztonsági törvényalkotására, mint a húsz évvel korábbi Elixir Sulfanilamide-eset.

Még az amerikai politikában is léteznek olyan pillanatok, amikor úgy érezzük, hogy ég és föld találkozik – amikor a törvényhozásra nehezedő nyomás gyors, megegyezésen alapuló cselekvést vált ki, amely elnyomja, megsemmisíti az állandó ellentéteket. A talidomid ilyen pillanatot teremtett. [...] A talidomid olyan szabályozási rendszer kialakítását segítette elő – a Kefauver–Harris-féle módosításokat 1962-ben és az új gyógyszerek bevizsgálásának előírásait 1963-ban –, amelynek előírásai szigorúbbak voltak a Kongresszus által korábban megvitatott összes törvényénél.⁵

Frances Kelsey-t vezetői pozícióba helyezték: az ő személye garantálta a javasolt változások bevezetését. Az FDA új gyógyszereket ellenőrző részlegének lett a vezetője, később pedig a tudományos kutatási részleg igazgatói teendőivel bízták meg. 2005-ben ment nyugdíjba az FDA-tól; ekkor kilencvenéves volt.



A különleges polgári tettekért járó elnöki kitüntetés átadásakor John F. Kennedy gratulál Frances O. Kelsey-nek 1962-ben a Fehér Házban. (a Nemzeti Egészségügyi Intézetek szívésségéből)

A nagy sajtónylvánosság miatt Frances Kelsey 1962-ben pillanatok alatt híressé vált az Egyesült Államokban. Egy országos felmérés alapján a Gallup közvélemény-kutató a közé a tíz asszony közé sorolta, akit a legnagyobb csodálat övez a világon – olyan hírességek társaságába került, mint Jacqueline Kennedy és II. Erzsébet királynő.⁶ Frances már 1962-ben megkapta a különleges polgári tettekért járó elnöki kitüntetést (President's Award for Distinguished Federal Civilian Service) John F. Kennedytől. 2000-ben beiktatták a Nők Nemzeti Dicsőségcsarnokába (National Women's Hall of Fame). Pontosan ötven évvel azután, hogy megkezdte talidomid-vizsgálatait, az FDA megalapította a Kelsey-díjat (Dr. Frances O. Kelsey Award for Excellence and Courage in Protecting Public Health), amelyet évente ítélnék oda egy-egy FDA-munkatársnak. A díjat először a kilencvenéves Frances O. Kelsey kapta meg.*

A talidomid-történet a szörnyűségek után ötven évvel sem ért még véget. A vegyületet továbbvizsgálva kimutatták, hogy sokféle betegség ellen hatásos. Már az 1960-as évek közepén látták, hogy gyógyítja a leprát. Később, az 1990-es évek alatt kiderült, hogy éppen az a sajátsága, amelyik a torz végtagok kialakulásához vezetett, vagyis az érfejlődés gátlása bevethető egyes rákfajták, például a mielóma multiplex ellen. Az egészségügyi szervek mindent megtesznek, hogy a terhes nőket távol tartsák a gyógyszertől: a nőknek terhességi teszten kell átesniük, mielőtt felírnák nekik. Mindenkit azonban nem tudnak megvédeni. Nemrégiben több újság is írta, hogy Brazíliában, ahol gyakori a lepra, és sokan szednek talidomidot, az utóbbi nyolc évben legalább száz gyerek született deformált végtaggal. Ez annak ellenére következett be, hogy minden talidomidot tartalmazó dobozon szigorú figyelmeztetés olvasható.⁷

Ötven évvel ezelőtt, amikor Frances Kelsey véletlenül találkozott a talidomiddal, egy csapásra híres lett. A hírnév kétségtelenül halványult az évek során. Ezért is voltak szívmelengetők az ötvenedik évforduló alkalmából megjelenő visszaemlékezések.⁷ Frances nagyon rászorgált erre az ünneplésre, mert „kettős szerepet töltött be: újszülöttek ezreit mentette meg a talidomid hatóanyag veszélyeitől, és bábáskodott a modern gyógyszer-engedélyezési szabályok születésénél”.⁸

Francest 2000-ben kerestük fel férjével FDA-beli dolgozósobájában, Rockville-ben (Maryland állam). Olyan szerénynek tűnt, és olyan spártaian volt berendezve a dolgozósobája, hogy megindultságunkban körbekérdeztük az ott dolgozó kollégákat: ismerik-e a történetét. Azt mondták, ismerik.

* Frances Kelsey 2015 augusztusában, 101 éves korában hunyt el.

OLGA KENNARD

Krisztallográfus



Olga Kennard 2000-ben Cambridge-ben, Egyesült Királyság
(Hargittai Magdolna felvétele)

Olga Kennard története:¹

Tizenöt éves voltam, amikor Angliába jöttünk Magyarországról. 1939 augusztusában érkeztünk meg, és egyáltalán nem beszéltem angolul. Szeptemberben elvittek a Hove megyei leányiskolába, ahol fel akarták mérni az angoltudásomat, ami igen csekély volt. A hölgyek elolvastattak velem egy történetet, hogy lássák, mennyit értettem meg belőle. Ránéztem a történetre, amelyről kiderült, hogy egy latin mese fordítása. A tanároknak fel sem merült, hogy ezt a mesét latinul olvastam már Magyarországon, én viszont elég könnyen kitaláltam, miről szól, és milyen szavakkal mondhatom el a tartalmát. Amikor látták, hogy értem a történetet, egyenesen az érettségiző osztályba tettek be, a koromnak megfelelően. Valahogy átmentem az érettségin; a Shakespeare-ről feltett kérdésekre tudtam ugyan válaszolni, de bevásárolni képtelen lettem volna, mert semminek sem ismertem a rendes nevét. A következő évben elköltöztünk, és Eveshamben jártam koedukált iskolába. Én voltam az egyetlen lány az osztályban. Egyszer csak a fejembe vettem, hogy Cambridge-be megyek, és rábeszéltem

az osztályfőnököt, hadd tegyem le a szükséges vizsgát – bár abból az iskolából senki sem ment előttem Cambridge-be. Megcsináltam a felvételi vizsgát, és bejutottam.

Weisz Olga 1924-ben született Budapesten. Bankár édesapjának a fivérével közösen volt magánbankja. Édesanyja nem járt dolgozni; a családja több generáció óta régiségekkel kereskedett, és ő is eligazodott az antik tárgyak világában. Olga szeretetteljes, értelmiségi környezetben nőtt fel. Jó iskolákba járt, remek élete volt, sohasem unatkozott. Édesapja azonban hallgatott az idők szavára: érzékelte a növekvő magyarországi antiszemitizmust, az egyre rémesebb zsidóellenes intézkedéseket. Ahhoz a néhány emberhez tartozott, aki tudta azt, ami utólag már nyilvánvaló: szörnyűség vár rájuk. Amíg még lehetett, megszervezte a távozásukat. Mindent itt hagytak, és szinte az utolsó pillanatban indultak el Angliába. Számos hozzátartozójuk a holokauszt áldozata lett.

Megkérdeztem Olgától, miért érdekelte a kémia. Az új angliai környezetre vezette vissza az okát. Láta a humán területeken megnyilvánuló óriási kulturális különbségeket; magyar szemszögből minden más volt, mint angolból. „Nézzük például a történelmet. Amikor eljöttem, Magyarországon a 19. századi forradalmat, Kossuthot emelték piedesztálra, itt ipari forradalmat és egészen másfajta szereplőket emlegettek. De a fizika, a kémia, a matematika állandó, nem változik országról országra – s engem vonzott az ilyen tárgyak megbízható állandósága.” Olga először természettudományokat tanult a cambridge-i Newham College-ban, ahová csak lányok jártak. A nők akkor még nem szerezhettek fokozatot, legfeljebb bizonyítványt adtak nekik arról, hogy milyen diploma járt volna nekik, ha férfiak lettek volna. Ezek a nők körülbelül ötven év múlva kapták meg a diplomájukat, egy megkésett ünnepségen. Olgát azonban nem lehetett megállítani: amikor eljött az ideje, elnyerte az MA fokozatot, aztán a DSc-t, amit már mindenhol értékelték. Kémiát, fizikát, krisztallográfiát és matematikát tanult.

Előbb Max Perutznál dolgozott, a Cavendish Laboratóriumban, ahol a hemoglobin szerkezetének meghatározását tűzték ki célul. Két évet töltött ott, aztán egy másik csoportban folytatta a munkát, ugyancsak a Cavendishben. 1948-ban férjhez ment, és Londonba költözött. Az Orvosi Kutatási Tanács (Medical Research Council) látáskutatási részlegében dolgozott. Ez a munka furcsán kezdődött. A részleg vezetője a különönc Hamilton Hartridge volt. Amikor Olga állásért folyamadt, a professzor megkérdezte, mivel foglalkozott korábban.

Röntgenkrisztallográfiával, válaszoltam. Azt mondta, nagyon jó, nem érdekelné-e a látóbíbor [rodopszin]. Megkérdeztem, mekkora a molekulásúlya, azt felelte, négyezer körüli. Azzal váltunk el, hogy megpróbálom.

Hazamentem, kikerestem a molekulát, és tudtam, hogy a feladat megoldhatatlan. Felvettem a telefont, felhívtam a professzort, és azt mondtam, hogy nem vállalhatom el a munkát, mert ennek a rendszernek valószínűleg nem tudom meghatározni a szerkezetét. Erre ő: »Ne butáskodjon, kislány, majd talál magának tennivalót, már postáztuk a kinevezését.« Hát így vettek fel. Megpróbáltam meghatározni az A-vitamin szerkezetét, ami szintén nem sikerült, de ez hasonlított hozzá a legjobban.

Olga 1961-ben a Cambridge-i Egyetem Kémiai Tanszékére került, és egészen nyugdíjazásáig ott dolgozott. Nagyon sok kristály szerkezetét határozta meg. Legbüszkébb az ATP (adenozin-trifoszfát), több antibiotikum, mint például a Vancomycin és a DNS vizsgálatára; ő határozta meg először olyan DNS-nek a szerkezetét, amely hibás bázispárokat tartalmazott.



Olga Kennard 1978-ban (Olga Kennard szívéességéből)

Olga első férje kutatóorvos volt; 1962-ben váltak el. Két lányuk született, Olga egyedül nevelte fel őket. Mindketten diplomát szereztek, és férjhez mentek; Olgának öt unokája van. 1994-ben újra férjhez ment. Arnold Burgen farmakológusprofesszorral kötött házasságot, aki az Országos Orvoskutató Intézet (National Institute of Medical Research) igazgatója és a cambridge-i Darwin College vezetője volt. Ő alapította az Academia Europaeát (London). Cambridge-ben élnek. Olga 1987-ben elnyerte a Fellow of the Royal Society (a Királyi Társaság tagja, FRS) címet, 1988-ban a „Brit Birodalom tisztje” lett.

Olga Kennard neve örökre összeforrt a Cambridge-i Krisztallográfiai Adatközpont (Cambridge Crystallographic Data Center, CCDC) alapításával. Ez a nonprofit szervezet tartja fenn a Cambridge-i Szerkezeti Adatbázist (Cambridge Structural Database, CSD).² 2013-ban a CSD már több mint félmillió szerves és heteroatomos szerves molekula összes háromdimenziós szerkezeti adatát tartalmazta. Ezek az adatok röntgendiffrakciós és neutrondiffrakciós vizsgálatokból származnak. A központ története az 1960-as években kezdődött.

Amikor az Országos Orvoskutató Intézetben dolgoztam, Londonban, nagyon jó barátok lettünk J. D. Bernallal. Elindítottunk egy kis projektet: elkezdtük összegyűjteni az akkor már ismert szerkezeteket, mert Sage-nek [Bernal beceneve] az az ötlete támadt, hogy ha mindezt az információt össze tudnánk szedni, új megvilágításban láthatnánk a molekulák szerveződését, a közöttük ható vonzóerőket. Igazából nem volt ez új elgondolás, mert [A. I.] Kitajgorodszkij már írt róla könyvet, de senki sem csinálta végig szisztematikusan. Bernallal kaptunk egy kis támogatást, és egyetlen embert tudtunk ráállítani az akkor ismert néhány száz szerkezet minden adatának összegyűjtésére. Ezt az információt oldalt lyukaszható kártyákra vittük fel. Ezekbe „belyukasztottuk” az egyes tulajdonságokat, és amikor rokon szerkezeteket kerestünk, csak egy kötőtűt kellett átszúrni a csomagon a megfelelő kártyák kiválogatásához. Éppen ezen dolgoztunk, amikor a nagy országok kormányainak hirtelen eszébe jutott, hogy az információ érték, a tudományos információ pedig lényegében az Egyesült Államok és a Szovjetunió monopóliuma. Foglalkoztatta őket, hogy a világ összes kutatója számára hozzáférhető legyen az információ.

Ezért nemzetközi bizottság felállítása mellett döntöttek, és minden országnak más-más tudományterületet szántak. Felhívást intéztek a kormányokhoz, a brit kormány pedig igyekezett eldönteni, melyik témát támogassa. Tudakozódtak, majd megtalálták a mi kis projektünket – azt az emberkét, aki a Birkbeck padlásán ült. Nagyon megörültek, és úgy döntöttek, minket fognak támogatni. Eljöttek hozzánk és Bernalhoz, aki akkor már nem volt túl jól, és megkértek, hogy ugyanezt a tevékenységet sokkal nagyobb léptékben is tervezzem meg. Bár nem igazán hittem, hogy megkapjuk azt a fajta támogatást, amit akartunk, elkészítettem a tervet, sőt egy épületet is belevettem: itt szerettem volna elhelyezni az információ gyűjtésével megbízott emberek többségét és az aktív kutatókat. A kormány úgy döntött, hogy éppen ezt akarja támogatni: ez a terv ment Washingtonba. Váratlanul nekem kellett bemutatnom. Így kezdődött, valamikor 1964–65-ben.

A projekt együtt fejlődött a tudományterülettel; háromszáz szerkezettel indultunk, most [2000-ben] kétszáz ezer van. Amint megjelentek a számítógépek, áttértünk a használatukra; a krisztallográfusok mindig odavoltak a számítógépekért. Az elsők között kezdtünk számítógépeket alkalmazni mindenféle adatgyűjtésre és adatelemzésre. Mi fejlesztettünk ki először néhány olyan programot, amelyet ma mindenütt keresésre használnak, például szöveg, kémiai szerkezet, tulajdonságok keresésére. Integrált rendszert hoztunk létre: nemcsak adatokat állítottunk elő, hanem a felhasználásukhoz szükséges eszközöket is megteremtettük.

Ezt az adatbankot mindenki jól ismeri, akinek molekulaszervezeti információra van szüksége. Rendkívül értékes segédeszköz. Nagyon jó szolgálatot tesz például a gyógyszertervezésben. A kutatók össze tudják hasonlítani a hatóanyagukat azokkal a vegyületekkel, amelyeknek hasonló a szerkezetük, a receptoruk vagy egyéb tulajdonságuk. Az adatbankot körülbelül ezer egyetem és más kutatási intézmény használja, szerte a világon. Bernal elképzelése – az adatbázis létrehozása és ebből új ismeretek szerzése – valóra vált. Olgában később az is felmerült, hogy a kutatóknak könnyen hozzá kellene férniük az adatbankhoz. Meggyőztek néhány kormányt, hogy az információt – a nagy könyvtárakhoz hasonlóan – tekintsék nemzeti erőforrásnak. Először az Amerikai Egyesült Államoktól és néhány más országtól szerzett pénzt: ezek – a Cambridge-nek jutott évi támogatás fejében – megvásárolták kutatóiknak az adatbank használatát. „Amikor ez beindult, más országokat is meg lehetett környékezni; végül több mint húsz ország támogatott bennünket különböző összegekkel. Így a költségek egy részét az országokból befolyó pénzek fedezték, ami azzal az előnnyel járt, hogy a kutatók mindegyik országban ingyen jutottak hozzá az összes információhoz. Ez elsősorban a fiatal kutatóknak volt fontos, akik nem engedhették meg maguknak az előfizetési díjat. A megállapodás az egyetemekre vonatkozott; a kereskedelmet folytató vállalatok, például a gyógyszergyárak bizonyos összegért vehették csak igénybe az adatbázist.”

Amikor a természettudományos kutatásokat folytató nők egzisztenciális helyzetéről beszélgettünk, Olga azt mondta, hogy a krisztallográfia valószínűleg szerencsés terület a nők számára, mert az állások szempontjából semlegesnek tűnik. A krisztallográfiában tényleg nagy hagyománya van a vezetői posztot betöltő kutatónőknek, gondoljunk csak Kathleen Lonsdale-re, Dorothy Hodgkin-ra, Caroline Mac Gillavryra és Isabella Karle-ra. Olga sohasem érzett diszkriminációt. „A konferenciákon biztosan van egy női elnök, egy vagy több meghívott női előadó, és sok nő ül a hallgatóságban. Kicsit talán nehezebb bekerülni a Royal Societyba, de ezzel együtt kell élni.”

KURODA REIKO

Kémikus



Kuroda Reiko 2000-ben Stockholmban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Amikor Kuroda Reiko megszerezte PhD fokozatát a Tokiói Egyetemen, 1975-ben, a kémikusi állásokat nem pályázat útján nyerték el Japánban. Többnyire a professzorok kerestek munkát a doktoranduszaiknak – akik szinte kivétel nélkül férfiak voltak. Kuroda Reikónak azt mondta a professzora, a nőnek az a legjobb, ha férjhez megy, és még férjet is ajánlott neki.¹ Reikónak ehhez nem fűlt a foga, inkább Angliába ment posztdoktornak. Hosszú évek múlva ő lett a híres Tokiói Egyetem első női egyetemi tanára a természettudományok területén.

Kuroda Reiko 1947-ben született az Akita prefektúrában, és Szendaiban nőtt fel, a Mijagi prefektúra székhelyén, Japán legnagyobb szigete, a Honsú északi részén. Édesapja japán irodalmat tanított, édesanyja a háztartást vezette. „Abban az időben ez volt a szokás – mondta Reiko.² – Édesanyám nagyon tehetséges, jól ír. Azt hiszem, ha legalább húsz évvel később született volna, nagyon sikeres pályát futott volna be, de így otthon maradt, főzött ránk, gondoskodott rólunk.” Reiko már egészen kicsi korában folyton azt kérdezte: miért? Például: miért látjuk magunkat fejjel lefelé a kanál homorú oldalán, és fordítva a dombrún? Édesapja nem tudott válaszolni ezekre a kérdésekre, de arra biztatta, hogy maradjon kíváncsi. A házuk tele volt könyvekkel, de ezek nem a természettu-

dományokról szóltak. A japán irodalom klasszikusai töltötték meg a polcokat, sok könyv a maitól nagyon eltérő nyelven íródott. Középiskolás korában Reiko keresztülrágta magát néhány kötetten.

1975-ben Stephen Masonnál kezdett dolgozni a londoni King's College kémia tanszékén. Mason tudománytörténeti könyvéről volt híres, amelyet huszonhét (!) éves korában írt; a könyvet számos nyelvre lefordították. Reiko már ismerte őt, mert PhD-munkája során fémkomplexek abszolút konfigurációját határozta meg röntgenkristallográfiával és a kristályok cirkuláris dikroizmus (CD) spektroszkópiájával, amelynek Stephen Mason világszerte elismert szak tekintélye volt. Mason most olyan munkatársat keresett, aki meg tudja határozni fémkomplexeinek abszolút konfigurációját, ezért megörült Reikónak. Reiko nagyon jó munkát végzett, és az előírt egy éven belül megoldotta a kapott feladatot. Meghosszabbították a szerződését – végül hat évet töltött a King's College-ban.

1981-ben tudományos munkatárssá és megbízott előadóvá léptették elő. Amikor megérkezett Angliába, nem tudott jól angolul, de elhatározta, hogy rendszeren megtanulja a nyelvet. Nézte a tv-t, hallgatta a kollégáit, még beszédtechnika-tanfolyamra is járt. Olyan jól megtanult angolul, hogy a tanszékvezető, a Nobel-díjas Maurice Wilkins hosszú távolléte alatt Reiko tartotta meg helyette a makromolekuláris rendszereket tárgyaló előadásokat.

Reiko érdeklődése egyre inkább a biológia molekuláris alapjai felé fordult. Új molekuláris biológiai eljárásokat tanult. Elsősorban a DNS és a kiralitás izgatta. (A kiralitásról Frances Oldham Kelsey fejezetében esett már szó.) „A jobb- és balkezességet még nem tartották fontosnak az élet szempontjából, amikor a fémek abszolút konfigurációját tanulmányoztam Japánban, de ma roppant érdekesnek találok” – mondta Reiko. Ettől a kutatási témától azóta sem vált meg.

Az élő szervezet egyes molekuláinak jellegzetessége a kiralitás. Például a természetben előforduló minden egyes aminosav királis – a legkisebb, a glicin kivételével. Az összes élő szervezet fehérjéit alkotó összes aminosav balkezes. Az összes élő szervezet nukleinsavjaiban azonban jobbkezes cukor van. Az élet eredetét és természetét tanulmányozó kutatók a biológiai szempontból fontos molekulák királis hasonlóságát és különbözőségét tartják az egyik legnagyobb rejtélynek.

Londoni tartózkodásának első éveiben Reiko úgy gondolta, hogy hamarosan visszatér Japánba. Valaki korábban figyelmeztette, ha túl sokáig marad, elnyugatosodik, és utána már nem fogadja be a japán társadalom. Otthon adódott néhány álláslehetőség, de egyik poszt sem járt volna kutatással; főként természettudományokat és angolt kellett volna tanítania. Ő azonban szeretett kutatni, és nem élt ezekkel a lehetőségekkel. Élvezte a londoni életet: érdekes kutatást folytatott, voltak barátai, és úgy gondolta, semmi esélye sincs arra, hogy tudásának megfelelő professzori álláshoz jusson Japánban. Ezért állandó kinevezésre

pályázott Angliában, amit 1985-ben kapott meg: a Rákkutató Intézet tudományos tanácsadója lett Suttonban (Nagy-London).

Nem sokkal később azonban értesült egy, a Tokiói Egyetemen meghirdetett állásról, és azt javasolták, pályázza meg.

Tudtam, hogy voltak egyetemi pályázók (adjunktusok), és azelőtt mindig a kollégákat igyekeztek előléptetni. Ekkor öt ilyen jelölt várt a rendelkezésre álló három helyre. Valaki azt mondta, »miért nem jelentkezel; ha másért nem, legalább azért, hogy tudasz velük: olyan emberek dolgoznak külföldön, mint te, és megállják a helyüket«. Ezek után elküldtem a pályázatomat. Egy idő múlva kiderült, hogy bekerültem az utolsó körbe. Nem tudtam, mihez kezdjek. Később beszéltem valakivel telefonon, aki figyelmeztetett: »Japánban senki sem mond nemet egy állásajánlatra. Rendkívül hálásnak kell lennie, ha felkínálják a posztot. Ez lenne az első alkalom, hogy a tanszék nőnek kínál munkát. Nagyon sokat árt a nőknek, ha visszautasítja.« Azt válaszoltam, hogy gondolkozom rajta. Öt perccel később hivatalosan kerestek telefonon Japánból – és azt mondtam: Igen, örömmel elfogadom!

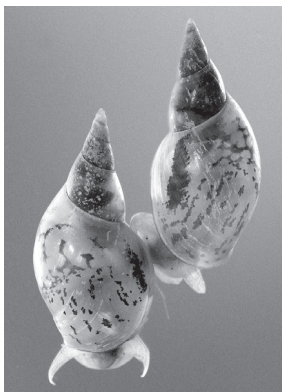
Reiko tehát visszatért Japánba, és ő lett az első női docens a természettudományok területén a Tokiói Egyetem Bölcsész- és Természettudományi Karán. A kinevezést több tényező szerencsés egybeesésének tulajdonítja. Mindenekelőtt megfelelt a pályázati kiírásnak, és külföldi gyakorlata is nagy előnyt jelentett. Ennek ellenére úgy gondolta, keményen kell dolgoznia, ha be akarja bizonyítani, hogy nem véletlen hiba folytán ajánlották fel a munkát egy nőnek. Miután elfogadta az állást, és visszaköltözött Japánba, egyik barátja azt jósolta, hogy sohasem léptetik elő egyetemi tanárrá. Tévedett. 1992-ben a Tokiói Egyetemen ő lett az első női egyetemi tanár a természettudományok területén. Reiko érdekes gondolatot fűzött hozzá ehhez a fejleményhez: „Ma már az is eszükbe juthat, hogy nem akarnak sok nőt. Tudod, miért? Mert attól, hogy a nők az egyetemek falain kívül is szerepet kapnak, több adminisztrációs feladatuk lesz. Sok kormánybizottságba azért választottak meg, mert kellett a nő. Előírják, hogy a nők arányának legalább tíz százalékot kell elérnie az összes bizottságban. Mivel a természettudományokban kevés a női professzor, sokfelé hívnak. Ez azt jelenti, hogy gyakran meg kell jelennem ezekben a bizottságokban, ami rengeteg időmet elveszi.”

Azelőtt többen is úgy gondolták, hogy a túlságosan hosszú nyugati tartózkodás beilleszkedési problémákat okoz, de Reiko nem tapasztalt ilyesmit. Kollégái néha őt is meghívták, amikor esténként elmentek, hogy iganak valamit. De Rei-

köt annyira lekötötte a labor megteremtése, a kísérleti munka, a szakirodalom olvasása, hogy csak ritkán tartott velük.

1999-ben, első női projektvezetőként, nagy, ötéves támogatást kapott a japán Tudományos és Műszaki Hivataltól. Új laboratóriumot kellett felállítania, új embereket felvennie, és az egész projektet meg kellett terveznie. Kiri-morfológiának nevezte el a projektet. A „kiralitás” és a „morfológia” szavakból alkotta meg a kifejezést, amely a királis szerkezetekre utal. Ezek mindenütt előfordulnak a természetben, makroszkopikus és mikroszkopikus szinten, az élő és az élettelen világban egyaránt. Kuroda Reiko a kiralitás segítségével próbálta megérteni a mikroszkopikus és makroszkopikus tartomány közötti kapcsolatot, a molekulától a kristályokig, a génektől az élő szervezetig haladva.

Egyik kutatási területe a fejlődésbiológia kiralitási aspektusaihoz kapcsolódik. Nézzünk egy példát: a csigaház feltekeredési irányát egyetlen gén helyzete határozza meg. Reiko kimutatta, hogy ez a gén szabja meg a molekulák egymáshoz viszonyított helyzetét, amikor az embrió a nyolcsejtes fázisban van. Olyan egészséges állatokat is előállított, amelyek egymás tükörképi párjai; fizikai beavatkozással egyszerűen megváltoztatta az embriók kiralitását, amivel megfordította egy géncsoport kifejeződési helyét.



Nagy mocsáricsigák (*L. stagnalis*) balra és jobbra csavarodó házai
(Kuroda Reiko szívességéből)

Többször láttam nemzetközi konferenciákon, milyen jól kezeli Reiko a nehéz helyzeteket. Egyszer például egy előtte szereplő híres kutató az ő előadására szánt időt is igénybe vette, amire humorral és méltósággal reagált. Ezzel tiszteletet váltott ki a hallgatóságból. Reiko úgy gondolja, korábban túl tartózkodó volt.



Kuroda Reiko tanítványaival a Tokiói Egyetemen, 2005-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

Meg sem szólaltam, csendben maradtam, és magamban mérgeződtem. De aztán úgy döntöttem, változtatok ezen, mert rájöttem, hogy jobban járok, ha mosolyogva szóvá teszem, ha igazságtalannak érzek valamit. És kiderült, hogy tisztelnék érte. Meg kell ismerni a különböző kultúrákat. Angliában néha nyersen fogalmaznak, de megtanultam, hogy nem rosszindulatból, hanem mert ilyen a kultúrájuk. Amikor mosolyogva figyelmeztettem őket a durvaságukra, elnézést kértek, és kiderült, hogy egyáltalán nem akartak rám támadni. Vigyázni kell, nehogy megbántunk valakit.

Amikor Kuroda Reiko elérte a tanszéki nyugdíjkorhatárt, átment a Tokiói Egyetem Bölcsész- és Természettudományi Doktori Iskolájába. Itt folytatja királitáskutatásait. Pályája során külföldön és otthon is számos kitüntetést, elismerést kapott. A Saruhashi-díj, a Nissan tudományos díj, a Yamazaki–Teiichi-díj birtokosa; a japán oktatási, sport-, tudományos és műszaki ügyekért felelős miniszter tudományos és műszaki eredményekért járó díjjal tüntette ki; a Japán Tudományos Tanács tagja (2008). Külföldön megválasztották például a Svéd Királyi Tudományos Akadémia külső tagjának (2009), és 2013-ban elnyerte a L'Oréal–UNESCO díját, amellyel eredményes kutatónőket jutalmaznak. Tagja volt a Cambridge-i Krisztallográfiai Adatközpont igazgatótanácsának, és alelnökként segítette a Nemzetközi Tudományos Tanács (International Council for Science, ICSU) munkáját. 2013-ban beválasztották az ENSZ-főtitkár huszonhat tagú tudományos tanácsadó testületébe. Különböző országos és egyetemi

bizottságok munkájában vesz részt, megjelenik a televízióban, az újságokban. Híres ember lett Japánban. A tekintélyes Japán Díj átadási ünnepségének évekig ő volt a háziasszonya. Mindig feltalálja magát, és kiválóan beszél angolul – keresve sem találtak volna jobbat erre a szerepre.

A kutatónők helyzete jelentősen megváltozott Japánban az utóbbi két évtized alatt. Amikor Reiko fiatal volt, döntenie kellett a kutatás és a család között. Azok a fiatal emberek, akik feleségül akarták venni, vagy elvárták, hogy maradjon otthon, vagy azt mondták: „Rendben, dolgozhatsz, ha akarsz, de én semmilyen házi munkában nem veszek részt.» Akkoriban így gondolkodtak. Én meg úgy, hogy talán minden szempontból jó lesz, ha külföldre megyek.” Ma már előfordul, hogy a fiatal házaspárok mindkét tagja dolgozik, és a férfiak segítenek otthon. Tanulnak a nyugati társadalmaktól. Egy kisgyermekes anya folytathatja a munkáját – ha a szülei segítenek neki. Ez nagy változás. Ezért ha egy fiatal nő tanácsot kérne Reikótól, ezt mondaná neki:

Most már mindkettőre lehet esélye: a sikeres pálya és a család nem zárja ki egymást. Ma már könnyebb. Az ötvenes éveikben járó szülők még tele vannak energiával. Megkérheti őket, hogy segítsenek, ha vigyázni kell a gyerekekre. A szupermarketekben kapható félkész ételekkel sokkal könnyebb a főzés. A nőknek is kínálnak állásokat. A szülés után jár pár hónap szabadság. Úgy gondolom, ma már megtarthatja az állását, de nagyon megértő férjet kell választania. Az egyik munkatársnőm gyereket vállalt, és folytatta a munkáját. A kicsi már hároméves. A tanulmányok befejezése után a nők talán még mindig nehezebben jutnak álláshoz, mint a férfiak. De a kutatói pálya egészen különleges, és ebből a szempontból sokkal jobb.

Beszélgetésünk óta több mint tíz év telt el. Nemrégiben a mostani állapotokról kérdeztem Reikót. A kutatónők helyzetében és a társadalomban is újabb változások következtek be.

A japán kormány nagyon törekszik a nemek közötti egyenlőség elérésére, és 2020/30 névvel kampányt indított a pozitív diszkrimináció érdekében. A név arra utal, hogy 2020-ra a nők 30 százalékban vesznek majd részt a döntéshozási folyamatokban. Most az egyetemi tanárok 4,6, a docensek 9,4 százaléka nő a természettudományok terén, az összes japán egyetemre számolva [2011]. Ez az arány jóval nagyobb a bölcsészettudományban: 20,8, illetve 35,7 százalék. A természettudományokban a kutatóknak csak 13,8 százaléka nő [2011-ben]; az 1992-es 7,9 százalék lassan nő. Az egyik cél már megvalósult: az országos tanácsadó

testületekben a nők száma meghaladja a 30 százalékot. Az információs technológia korában a nőknek már nem kell felhagyniuk a kutatással, ha családot akarnak; például Skype-olhatnak, vagy az interneten hozzáférhetnek az egyetemi könyvtárak anyagához. A nők még mindig nehezen kerülnek vezetői státuszba, de ez a világ más tájain is így van.³

Egyik korábbi beszélgetésünkön megkérdeztük Reikótól, mit kívánna, ha csak egyetlen kérése teljesülne. A válasz előtt sokáig habozott. Előbb tudni akarta, kérhet-e egészen valószínűtlent is. Végül elárulta: azt szeretné, ha lenne családja és a munkáját is folytathatná.⁴ Évek múlva, amikor visszatértem erre a kérdésre, azt mondta: „Megpróbálom, hogy ne sajnálkozzam, de azért azt hiszem, nagyon jó, ha az embernek van családja – valaki, akivel törődhet, és aki törődik vele.” Reiko rengeteg elfoglaltsága mellett is szereti a házi munkát, a főzést, a takarítást. Naponta főz, szívesen kertészkedik, ezért úgy gondolja, hogy ha lett volna családja, anyának és feleségnek is bevált volna. „A gyerek nagy kincs lenne. De elhatároztam, hogy nem bánkódom, mert az sehova sem vezet. Inkább hálás vagyok azért, amit elértem.”

NICOLE M. LE DOUARIN

Fejlődésbiológus



Nicole M. Le Douarin 2000-ben Párizsban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Nicole Marthe Le Douarin 1986-ban elnyerte az egyik legjelentősebb elismerést, a Kiotó-díjat, amelynek indoklásában ez áll:¹

Az állati fejlődés – amelynek során óriási változások mennek végbe, miközben egy egyszerű petesejtből bonyolult szervezet keletkezik – hosszú évek óta a biológusok figyelmének középpontjában áll. Ennek a folyamatnak a teljes megismerése azonban mérhetetlenül nehéz, és ez napjaink biológiájának is egyik legégetőbb feladata. A munka, többek között, azért olyan nehéz, mert a legapróbb részleteket is meg kell tudnunk arról, hogyan viselkednek az egyes sejtek – a szervezet alapegységei – a fejlődés folyamán.

Le Douarin professzor új módszert fedezett fel a csirke-fürj kimérák előállítására csirke- és fürjembriókból, és csirke-fürj sejtmarker-rendszert hozott létre. [...] Le Douarin professzor új szemléletet honosított meg a fejlődés sejt szintű tanulmányozásában, és nagymértékben hozzájárult egy új kutatási eljárás, az embriómanipuláció megalapozásához. Ezzel új korszakot nyitott a fejlődésbiológiai kutatásokban.

Érdeemes követnünk annak az útnak az állomásait, amelynek során egy kislány, aki az 1930-as évek francia falusi világából indul el, sikeres kutatóvá érik, a Francia Tudományos Akadémia (Académie des Sciences) és külföldi tudós társaságok tagja, a Becsületrend (Légion d'honneur) birtokosa lesz.

Nicole Marthe Le Douarin 1930-ban született egy kis breton faluban, Franciaország legnyugatibb részén. Édesapja üzletember volt, édesanyja a helyi iskolában tanított. Nicole is oda járt. Kevesen voltak az osztályban, ahol a hat és tizennégy év közötti gyerekek együtt tanultak, mert azok a szülők, akik fizetni tudtak az oktatásért, általában felekezeti iskolába adták a gyerekeiket. A tizenegy éves Nicole-t egy nantes-i bentlakásos iskolába írták be a szülei. „Nagyon nehéz volt az átállás, mert addig az iskolát az otthonom meghosszabbításának érezhettem: védett környezetnek, ahol nincs verseny, és boldogan élhetem meg a szabadságot. A bentlakásos iskola nagyon más volt, de megszoktam.”² Mindez a háború alatt történt. A háború után a szülők Lorient-ba költöztek, és Nicole ott fejezte be a középiskolát; 1949-ben érettségizett.

Ezután Párizsba ment, ahol a híres Sorbonne-on tanult. Akkor még nem tudta pontosan, mi szeretne lenni; irodalommal kezdett. Az első év után meg gondolta magát, és áttért a biológiára. 1954-ben kapta meg a természettudományos diplomát. Aztán tanári képesítést szerzett, és néhány évig tanított – ahhoz mindenesetre elég sokáig, hogy kiderüljön: nem akar egész életében tanítani. Már huszonkilenc éves volt, amikor a kutatás mellett döntött. A tanítást azonban folytatta, mert így fizetés nélküli gyakornokként alkalmazhatták egy kutatólaboratóriumban. Étienne Wolff (1904–1996), a híres embriólogus, a Collège de France professzora fogadta be a laboratóriumába. Nicole az első két évben PhD-kutatásokat folytatott. Nem volt könnyű dolga, és akkor már két gyereket is nevelt. Végül abbahagyhatta a tanítást, és Wolff professzor CNRS-laboratóriumának teljes állású kutatója lett. 1964-ben védte meg doktori disszertációját.

Először a Clermont-Ferrand-i Egyetemre nevezték ki előadónak; Clermont-Ferrand körülbelül négyszázhusz kilométerre délre fekszik Párizstól. Hetente két napot töltött ott – ez sem tartozott élete könnyű időszakai közé. Úgy tűnt, hogy férjével végre lélegzethez jutnak, amikor mindketten Nantes-ban kaptak állást, de az ottani élet sem indult zökkenőmentesen. Az egyetem dékánja nem szerette, ha a férj és a feleség ugyanott dolgozik professzorként.

Adjunktusként alkalmaztak volna, de egyetemi tanárként nem, ezt pedig nem akartam elfogadni. Korábbi professzorom, Étienne Wolff sietett a segítségemre: eljött Nantes-ba, és azt mondta a dékánnak, hogy meg kell kapnom a professzori kinevezést, mert megfelelek a kritériumoknak. Nagy tekintélye volt, és elnyertem az állást – de gondoskodtak róla, hogy

megnehezítsék az életemet; rengeteget kellett tanítanom, és nem kaptam labort, így a férjemnél használhattam csak a laborasztalokat.

Körülbelül öt év múlva Étienne Wolff professzor nyugdíjba ment. A férfiak között keresték az utódját, de egyetlen alkalmas személyt sem találtak. Ekkor egy jól ismert amerikai professzortól kértek tanácsot, aki azt mondta nekik: „Van egy nő Nantes-ban, aki nagyon jó szakember, és korábban már dolgozott Wolff professzornál.” Így kaptam meg az állást, de csak a CNRS Embriológiai Intézetének vezetését – a Collège de France-nak nem lehettem a professzora. Wolff professzor azt mondta: „Nicole, maga az egyik legjobb tanítványom, mégsem javasolhatom, hogy a Collège de France professzoraként legyen az utódom, mert nő. A Collège de France-ban még sohasem volt nő, én pedig nem fogok elsőként nőt ajánlani.” Ezért egy férfit ajánlott, bár ő nem volt nagyon jó szakember. 1989-ben lettem végül a Collège de France professzora.

Nicole nagyon régóta kedvelte az embriológiát. PhD-disszertációjában a máj fejlődését tanulmányozta. Csirkeembriókkal kísérletezett, amit kézenfekvőnek talált, mert a tojásban az embrionális fejlődés minden lépése végbemegy. Ha a fejlődés különböző szakaszaiban nyitotta fel a tojásokat, a szeme előtt játszódott le az embrió növekedése, és az embriókat is könnyen manipulálhatta.

Volt egy genetikus Franciaországban, akit nagyon érdekelt, hogyan fejlődnek ugyanakkor a fajnak a hibridjei. Fűrjekkel kísérletezett. A fűrjek naponta tojnak egy tojást, ezért sok fűrjtojása volt: azt javasolta Nicole-nak, hogy dolgozzon fűrjekkel. A fűrjek sokkal kisebbek a csibéknél, amikor kibújnak a tojásból, de az embrióik nagyjából ugyanakkorák még akkor is, ha a fűrjtojás kisebb a tyúktojásnál. A kísérletek során Nicole megfigyelte, hogy a fűrjtojásban levő sejtmag szerkezete másfajta, mint a tyúktojásban található sejtmag. A fűrjsejt közepén a DNS szorosan „össze van csomagolva”, és ez a jellegzetesség a fűrjsejtek összes fejlődési szakaszában megmarad. A fűrjsejteket meg lehet különböztetni a csirke-sejtektől, gondolta Nicole, ha olyan festéket használ, amely megfesti a DNS szorosan összecsomagolt részeit. Megfestette a fűrjsejteket, eltávolította a megfelelő részt a csirkeembrióból, és a festett fűrjsejteket tette vissza a helyére. Olyan csirke-fűrj kimérakat* hozott tehát létre, amelyekben a fűrjtől származó sejtek később is felismerhetők maradtak. Ezzel a módszerrel követte nyomon a máj fejlődésének lépéseit, ami nem sikerült volna, ha csak egyetlen fajra korlátozza a vizsgálatait.

* A kimérák genetikailag különböző embriók keveredéséből kialakuló organizmusok – nevük a görög mitológiából származik.

Nicole-nak hamarosan újabb ötlete támadt. Rájött, hogy a kombinációs módszerrel a sejtváándorlást is nyomon követheti. Az idegrendszer fejlődése során nagyon fontos a sejtváándorlás – Nicole ennek a kutatásnak világszerte elismert szaktekintélye lett. A velősáncot tanulmányozza. A YouTube-on látható egy videó, amelyen a kutatásairól beszél.³ A velősáncról könyvet is írt.⁴ Vizsgálataik információt adnak az embriogenezis folyamatáról; eredményeik az evolúció megismerése szempontjából is értékesek.

Néhány szó Nicole magánéletéről: első férjével a sorbonne-i diákévek alatt ismerkedett meg. Nagyon fiatalon házasodtak össze. Két lányuk született, amikor Nicole még a húszas évei elején járt. „Amíg kicsik voltak, középiskolában tanítottam, és elég időt tölthettem velük. Később már lefoglalt a kutatás, és kevesebb időm maradt a családra. [...] A gyerekek sohasem panaszkodtak, de most, amikor már felnőttek, úgy érzem, hogy nem törődtem velük eleget. Nemrégiben beszélgettünk erről, de ők nagyon kedvesek és tapintatosak. Egyikük pszichiáter, neki nincsenek gyerekei. A másik nőgyógyász, és négy gyereke van. Jár hozzá valaki, aki vigyáz a gyerekekre.”

Nicole elvált az első férjétől. Aztán újra férjhez ment egy genetikushoz; ő populációgenetikával foglalkozik. Nicole a Francia Tudományos Akadémia tagja, de egyik férjét sem választották be a testületbe. Nem vették rossz néven a férfiak?

Az bizony nagy kérdés, hogy mit kezdenek a férfiak a feleségük sikerével. Természetesen el kell fogadniuk bizonyos dolgokat, de mindig vannak olyanok, akik nem hajlandók erre. Az ember attól függetlenül is sikeres lehet a kutatásban, hogy tagja-e az Akadémiának vagy sem. Az önértékelés nem ettől függ. Akinek van önbizalma, elviseli, hogy a felesége akadémikus, miniszter vagy valami hasonló, talán még büszke is rá. Az első férjemmel az egyetemen ismerkedtem meg, együtt nőttünk fel, de különböző a személyiségünk. Ez nem volt annyira szembetűnő fiatalokunkban, de felnőttként már jobban látszott. A második férjemmel akkor ismerkedtem meg, amikor már befutottam.

A kezdet kezdetén nem tűztem ki célul, hogy karriert csináljak. De nagyon ambiciózus voltam, tanulni akartam, kutatni akartam – viszont meg sem fordult a fejemben, hogy professzor legyek. Amikor összeházasodtunk, úgy képzeltem, a férjem lesz professzor, én pedig a CNRS-nél dolgozom. Másképp alakult. Amikor belevágtam a kutatásba, rájöttem, hogy ez az, amit akarok. A sikert magától értetődőnek tartottam; semmit sem tettem érte. Nem lepődtem meg, amikor a Nantes-i Egyetemen nem akartak professzorrá kinevezni, mert a férjem az volt. Nagyon lekezeltek

a nőket, egyáltalán nem érdekelte őket a teljesítmény, a munka. Elvből csinálták, és ezt gyűlöltem.

Nicole-t nemrégiben a Francia Tudományos Akadémia „állandó” (nem ciklusonként cserélődő) titkárának is megválasztották. Feltételeztem, hogy talán azért, mert nő. Egyetértett: ennek valóban szerepe lehetett, mert most magas pozíciókba is akarnak nőket juttatni, és nem jöhet szóba túl sok nő a válogatáskor.

Igen, lehetséges, ez most előny. Nem bánom; realista vagyok, elfogadom a tényeket. Ez a társadalom evolúciójának a jele. De nem választhattak volna meg, ha nem vagyok jó; akadtak vetélytársaim. Ez megtisztelő poszt, sokan szeretnék megszerezni, nekem pedig az ölembe hullott. Az én dolgom az Akadémia életének megszervezése, a költségvetés ellenőrzése és más irányítási feladatok ellátása. Idén [2000-ben] kellett nyugdíjba mennem, mert hetvenéves vagyok. Nagyon nehezen békélek meg azzal, hogy vége a több évtizedes kutatói életemnek. Ezért talán szerencsés ez az új munka, mert nem engedi, hogy leálljak. Van még egy kis csoportom, ott a kutatással is lépést tartok. És lelkesen vetem magam az akadémiai munkába. Könyveket is akarok írni – rettenetesen élvezem az írást!

RITA LEVI-MONTALCINI

Fejlődésbiológus



Rita Levi-Montalcini 2000-ben római otthonában
(Hargittai Magdolna felvétele)

Amikor megkérdeztem Rita Levi-Montalcinit, az 1986-os élettani vagy orvosi Nobel-díj egyik nyertesét, hogy mi keltette fel a tudomány iránti érdeklődését, ezt válaszolta: „Nem hinném, hogy akár egy percig is tudós lettem volna. Az ikertestvérem művész, festő, ő az egyik legjobb Olaszországban. A bátyám építész volt és kitűnő szobrász. Azt hiszem, az idegrendszer szépsége vonzott a tudományhoz, nem pusztán az érdeklődés. Még most sem tartom magam tudósnak: nem is kutatói, hanem inkább művészi látásmód vezérel a tudományos munkában.”¹

Rita Levi-Montalcini (1909–2012) Torinóban született, Olaszországban. Édesapja villamosmérnök, édesanyja tehetséges festő volt. A házaspár egy fiút és három lányt nevelt fel. Rita önéletrajza szerint szülei beléjük „plántálták az intellektuális tevékenység iránti nagy tiszteletüket.”² Tradicionális családjukban minden döntést az apa hozott meg, aki erősen ellenezte az értelmiségi nők munkába állását. Két diplomás nővére közül egyiknek sem sikerült a házassága. „Úgy döntött, hogy mivel nagyon nehéz egyensúlyt teremteni a család, a gyerekek, a házastárs és a munka között, nekünk [Ritának és két lánytestvérének] nem szabad továbbtanulnunk. Örjögtem, és elhatároztam, hogy nem megyek

férjhez, nem akarok gyerekeket, tanulni viszont akarok.”³ Meglepő módon csak Rita nővére követte az apai tanácsot. Rita ikertestvére, Paola örökölte édesanyjuk művészi tehetségét, és sikeres festő lett. Rita várt néhány évet, és amikor huszonegyedik évébe lépett, édesapja elé állt: „Nem érdekel a házasság meg az anyaság, én tanulni akarok.”³ Édesapja még mindig nem értett vele egyet, de Rita beiratkozhatott az orvosegyetemre. Egy évvel az egyetemi tanulmányok megkezdése után, 1932-ben, édesapja meghalt. „Kapcsolatunkat *A tökéletlenség dicserete* című könyvem⁴ ajánlása jellemzi a legjobban: »Paolának és édesapánk emlékének. Paola rajongott apánkért, amíg élt, én akkor szerettem és imádkoztam érte, amikor már meghalt.«”³

Az orvosegyetemen háromszáz diák tanult, ebből Ritával együtt hét lány volt. Két diáktársa, Salvador Luria és Renato Dulbecco később szintén Nobel-díjas lett. Mindhárman Giuseppe Levi professzornál [nem rokon], a neves hisztológusnál tanultak. A Levi-laboratóriumban az idegrendszer fejlődése elbűvölte, és élete végéig foglalkoztatta Ritát. Elsajátított egy nagyon hasznos módszert, az ezüstoffestést, amely megkönnyítette az idegek mikroszkópos vizsgálatát.

Rita 1936-ban végzett; ezután megkezdte hároméves ideggyógyászati és pszichiátriai továbbképzését. De a történelem közbeszólt. 1938-ban Mussolini faji törvényei miatt a zsidóknak távoznuk kellett az egyetemről. 1939 elején Rita néhány hónapot a brüsszeli neurológiai intézetben töltött, de decemberben, közvetlenül a Belgium elleni német támadás előtt, visszatért Olaszországba. Kis házi laboratóriumot rendezett be a szobájában, és csirkeembriókkal fogott neuroembriológiai kísérletekbe. Ehhez sok inspirációt merített egy néhány évvel korábban olvasott cikkből, amelyet Viktor Hamburger (1900–2001), a St. Louis-i (Missouri állam) Washington Egyetem kutatója jelentetett meg. Giuseppe Levi hamarosan bekapcsolódott ebbe a házi kísérletbe. 1941-ben Torino szörnyű bombázása miatt Rita Piemontba költözött a családjával. Vidéken folytatta a kísérleteit, amelyekhez nem kellett több kezdetleges eszközöknél. A parasztoktól megtermékenyített tyúktojást vett: azt mondta nekik, hogy a gyerekeinek kell, mert ezek a tojások táplálóbak.⁵

1943-ban, Olaszország német megszállása után, Rita és családja Firenzében bujkált. 1944 végétől Rita az angol-amerikai főhadiszálláson dolgozott orvosként. 1945 májusában a család végre hazatért. Levi professzort megbízták az anatómiai tanszék vezetésével, Rita az ő asszisztense lett az egyetemen. A háború elmúltával Rita és Giuseppe Levi egy belga folyóiratban publikálta közös eredményeit. Viktor Hamburgernek kezébe került a dolgozatuk, és felkeltette az érdeklődését, mert ellentmondott a hipotézisének. Meghívta Levi-Montalcinit St. Louisba, hogy közösen folytassanak neuroembriológiai kutatásokat. Rita 1947-ben érkezett néhány hónapra Amerikába, és több mint húsz évig maradt.

Először is bebizonyította, hogy az eredményei helyesek. Nem sokkal később Hamburger mutatott neki egy cikket arról, hogy a csirkeembriókba ültetett rosszindulatú egérdaganat hatására nagy száalak nőttek. Rita megismételte a kísérletet, és ezüstoffestési módszerével kimutatta, hogy az embrió szerveit valóban idegszálak szőtték át. Feltételezése szerint a tumor olyan anyagot bocsátott ki, amely elindította a száalak növekedését.



Levi-Montalcini és Viktor
Hamburger (néhai Rita
Levi-Montalcini szívességéből)

Rita 1951-ben beszámolt eredményeiről a New York-i Tudományos Akadémián, de nem keltett komoly érdeklődést. Meg akarta érteni, mi áll az idegszálak képződésének hátterében, és elhatározta, hogy kipróbálja azt a szövettenyésztési eljárást, amelyet még Giuseppe Levitől tanult. Egy régi barátja, Hertha Meyer – a híres német szerves kémikus, Emil Fischer korábbi asszisztense – szövetskultúra-laboratóriumot állított fel a Rio de Janeiró-i biofizikai intézetben, és elment hozzá. Az eljárás segítségével be tudta bizonyítani, hogy helyes a hipotézise: a tumorok növekedési faktort bocsátottak ki a tápközegben. Ezt később idegnövekedési faktornak (nerve growth factor, NGF) nevezték el. Akkortájt, amikor Rita visszatért Hamburger laboratóriumába, St. Louisba, csatlakozott hozzájuk Stanley Cohen. Rendkívül termékeny együttműködési időszak vette kezdetét.

Az NGF gyors idegszál-növekedést előidéző fehérjemolekula. Amikor tumorsejteket tettek a tápközegbe, Rita gyönyörű fotomikrográfias felvételein úgy ágaztak szét a száalak az embrió idegsejtjeiből sugárirányban, mint a virágszirmok vagy a napsugarak. Cohen felfedezte, hogy a hím egér nyálmirigyében és a kígyóméregben sok az NGF, és a fehérje szerkezetét is meghatározta. Később felfedezte az epidermális növekedési faktort (EGF). „Bár elgondolásait csak évtizedek múltán fogadták el teljesen, Levi-Montalcini és Cohen felfedezései fel-

tárták, hogyan beszélgetnek egymással és hogyan hallgatják egymást a sejtek, s kikövezték az utat számos más növekedési faktor felfedezéséhez.”⁶

Rita Levi-Montalcini és Stanley Cohen osztozott az 1986-os élettani vagy orvosi Nobel-díjon, amelyet a növekedési faktorok felfedezésért kaptak. A Nobel-díj átadási ünnepségén elhangzott beszéd szerint „Rita Levi-Montalcini briliáns vizsgálatsorozatban mutatta meg, hogy az NGF nemcsak bizonyos idegek megmaradásához szükséges, hanem az idegszálak növekedési irányát is szabályozza. Az idegszálak elhalnak, ha az NGF-et antitestek blokkolják. [...] Amikor NGF-et injektálnak az agyba, meghatározott idegszálak indulnak növekedésnek. Az NGF neurotrop hatása megmagyarázhatja, hogyan találják meg újtjukat az idegszálak az agy idegeinek dzsungelében.”⁷

Rita az 1960-as években tért vissza Olaszországba. Először csak hónapokat töltött ott, aztán hazatelepült. Az olasz Nemzeti Kutatási Tanács akkor alapított római Sejtbiológiai Intézetének lett az igazgatója. Hivatalos nyugdíjba vonulása után is bejárt az intézetbe, és részt vett a kutatásokban. 2000-ben, amikor felke-restem, még mindig az NGF állt a középpontban. Rita azt mondta, hogy majd-nem fél évszázaddal korábbi felfedezése csak a kezdet volt. 2000-ben munkatársai azt vizsgálták, milyen szerepet játszik a molekula a homeosztatisz folyamatokban, amelyek közben a szervezet belső környezete nem változik, a szervezet belső egyensúlyban van. A perifériás és a központi idegrendszeren kívül az immun- és az endokrin rendszert is tanulmányozták. Az új eredmények azzal kecsegtettek, hogy az NGF-et felhasználhatják majd pszichiátriai rendellenességek, például az Alzheimer-kór, a demencia, a skizofrénia, a depresszió és az autizmus kezelésére. Azt is kimutatták, hogy felgyorsítja a sebgyógyulást, és alkalmas lehet a bőrön kialakuló fekélyek kezelésére. A Paviai Egyetem kutatói néhány éve azt találták, hogy azoknak a fiataloknak a szervezetében, akik nemrég lettek szerelmesek, sokkal több NGF van, mint azokéban, akik nem, vagy már régóta szerelmesek. A megnövekedett NGF-szint körülbelül egy éven belül lecseng.⁸



Rita Levi-Montalcini és
Hargittai Magdolna Levi-Montalcini
lakásában, Rómában, 2000-ben
(Annarita Campanelli szívésségéből)

Az idegnövekedési faktor regénye című könyvében⁹ Rita felidézi a molekula felfedezését. Azt írja, „az idegnövekedési faktor történetének több köze van a detektívregényekhez, mint a tudományos vállalkozásokhoz...” Egyet kell értenünk a Karolinska Intézetben dolgozó Ottoson professzorral, aki szerint ez a megállapítás „kétségtelenül igaz, de az is igaz, hogy az idegnövekedési faktor története a tudomány iránti szenvedélyes rajongás inspiráló tanúságtétele.”¹⁰

Rita Levi-Montalcini művészi talentuma minden könyvében megmutatkozik (eddig még csak kettő jelent meg közülük angolul).^{4,9} *A tökéletlenség dicsérete* mottójában Rita „A választás” című Yeats-vers két sorát idézi:^{*}

Az emberi elme válaszúthoz ér:
Mi legyen sorsa, az élet vagy a mű?

Megkérdeztem, hogy véleménye szerint a nők még most is „vagy-vagy helyzetben” vannak-e. Úgy gondolta, mára megváltozott a világ; számos női munkatársának mindegyike férjhez ment és gyereket szült. Hozzátette azonban, hogy többségük elvált. Véleménye szerint „még ma is könnyebb, ha az ember az egyiket választja, és nem mindkettőt. Én nagyon meg vagyok elégedve a döntésemmel, sohasem sajnáltam. Úgy érzem, a lehető legjobbat választottam.”¹¹

Az élet himnuszát (Cantico di una vita) tartotta a legjobb könyvének. Ez a kötet abból az ezeröttszáz levélből adott közre körülbelül kétszázat, amelyet az NGF felfedezése idején írt az édesanyjának.

Rita Levi-Montalcini 2012. december 30-án halt meg, százhárom éves korában. Századik születésnapjáról az *Independent* című brit napilap is megemlékezett. A cikkben kitértek arra, hogy Rita évekig használta az NGF-et, szemcseppek formájában. Nem tudjuk, segített-e vagy sem, de az írás szerint az NGF jót tesz az agy idegsejtjeinek. A centenárium idején Rita kijelentette, hogy agya többre képes, mint évtizedekkel korábban.

Rita gyönyörű és mindig elegáns volt – ez az évek során sem változott. Az alacsony, vékony alkat erős, céltudatos személyiséggel párosult. Az olasz szenátus örökös tagja volt, és komolyan vette a megbízatásait. 2006-ban, kilencvenhét éves korában a kutatásfinanszírozás csökkentése elleni szavazatával megmenetette a kutatások támogatását. Egy *Nature*-cikk megfogalmazása szerint: „Levi-Montalcini–Prodi párbaj alakult ki [akkor Romano Prodi volt Olaszország miniszterelnöke], és Levi-Montalcini győzött.”¹²

Rita Levi Montalcini költőiségéről tanúskodik könyvének az a részlete, amelyben az NGF-ről és az 1986-os stockholmi Nobel-ünnepségekről beszél:¹³

* Bakács Tibor fordítása.

Rio de Janeiro várakozásteljes, karnevál előtti hangulatában vette le maszkját az NGF 1952-ben, hogy feltárja varázslatos képességét, amellyel néhány óra leforgása alatt sűrű idegszál-aurákat növeszt. Ekkor kezdődött el a története.

1986 karácsony estéjén az NGF nagy reflektorok fényében jelent meg a nyilvánosság előtt, egy pompás, ünnepien feldíszített, óriási teremben, ahol a svéd királyi család tagjai, hercegek, drága és díszes estélyi ruhát viselő hölgyek, szmokingos férfiak ültek. A fekete köpönyegbe burkolózott alak meghajolt a király előtt, s egy pillanatra leengedte az arcát borító leplet. Másodperceken belül felismertük egymást, amikor észrevettem, hogy engem keres az ünneplő sokaságban. Aztán újra eltakarta az arcát, és ugyanolyan hirtelen tűnt el, ahogy jött. [...] Látjuk még egymást? Vagy csak abban a pillanatban teljesült találkozásunk régi vágya, és örökre elveszítem a nyomát?

JENNIFER L. MCKIMM-BRESCHKIN

Viroológus



Jennifer L. McKimm-Breschkin 2000-ben melbourne-i laboratóriumában
(Hargittai Magdolna felvétele)

Ha járvány tör ki, az influenza az egész világon szedi áldozatait, milliók dőlnek ágyának vagy lézengenek néhány napig. Az influenzavírus folyton mutálódik – ezért olyan nehéz a betegség gyógyítása. Bár léteznek influenza elleni vakcinák, a vírus legapróbb változása is elég lehet ahhoz, hogy egy vakcina kudarcot valljon az új törzssel. Ezért olyan fontos a hatásos gyógyszerek előállításához vezető laboratóriumi munka.

Jennifer McKimm-Breschkin ausztrál kutató. Hosszú évek óta törekszik arra, hogy megtalálja az influenzavírusok elleni küzdelem módját. Jennifer McKimmként született 1953-ban Melbourne-ben. Nagyon hamar felkeltették érdeklődését a természettudományok, de előbb orvos akart lenni. Egy furcsa beszélgetés után azonban megváltoztatta az elhatározását. Miután jelentkezett az orvosegyetemre, egy ottani tanár azt mondta neki: „Az orvostudomány nem való nőknek.”¹ Ebből azt szűrte le, hogy ahol ilyen felfogás uralkodik, szomorú sors vár a medikákra. Ezért inkább természettudományokat tanult és tanárnak készült, mert ha abban az időben egy lánynak természettudomány volt a főszakja, meg sem állt a katedráig. A BSc fokozat megszerzése után Jenny azonban folytatta a tanulmányait, hogy elnyerje a következő fokozatot, amelyhez egy

éven át kutatni is kellett. Ekkor ébredt rá, hogy mennyire szereti a laboratóriumi munkát, és úgy döntött, kutató lesz. Emiatt vissza kellett fizetnie azt az ösztöndíjat, amelyet a viktoriánus kormány oktatási minisztériumától kapott egyetemi tanulmányaira.

1974-ben végzett a melbourne-i Monash Egyetemen. Utána Fulbright-ösztöndíjjal utazott az Egyesült Államokba: a Pennsylvániai Állami Egyetem Hershey Orvosi Központjában képezte tovább magát; 1978-ban szerzett PhD fokozatot virológiából. A Hershey-ben ismerkedett meg későbbi férjével, egy amerikai posztdokkkal, aki a Vanderbilt Egyetemen doktorált. A hét minden egyes napját együtt töltötték a laboratóriumban, amíg el nem végezték a feladatukat. Aztán összeházasodtak, és együtt mentek vissza Ausztráliába.

Jenny a következő néhány évben a Melbourne-i Egyetemen, a Walter és Eliza Hall Intézetben, majd az ausztrál kormány egészségügyi minisztériumában dolgozott; virológiai és immunológiai problémákkal foglalkozott. Ezalatt két gyermekük született. Egy ideig csak részmunkaidőben vállalt állást, sokat segített azonban, hogy Ausztráliában kitűnően megoldják a gyermekek bölcsődei-óvodai ellátását. Férje mindig támogatta, de egy „kétkutató” családban nem könnyű felnevelni a gyerekeket. Ők például sokszor felpanaszolták, hogy Jenny későn megy értük a zeneóra. Szerencsére megértették, hogy a kutatás fontos neki, és nem bánták, ha a szülők gyakran beszélnek otthon a munkájukról. Jenny szavaival: „Húsz évvel ezelőtt mindketten a kanyaróvíruson dolgoztunk a Hershey-ben, és nemrég újra elkezdtük a vizsgálatát. Szeretünk együtt dolgozni; így találkoztam vele, így ismertem meg, és természetes, hogy otthon is a kutatásról beszélünk. Nem tehetünk róla, mert ekörül forog az életünk.”²

1987-ben Jenny az ausztrál tudományos-műszaki kutatási szervezet (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO) munkatársa lett. A CSIRO-nak hatezer alkalmazottja és ötvenöt kutatóhelye van szerte az országban. Ez a világ egyik legnagyobb kutatási intézménye. Jenny most a CSIRO Anyagtudományi és Anyagmérnöki Osztályának tudományos tanácsadója és virológiai projektjének vezetője.

Részt vett annak a csoportnak a munkájában, amelyik felfedezte és kifejlesztette a zanamivirt (kereskedelmi nevén Relenza), az influenza elleni két jelenlegi gyógyszer egyikét (a másik az oszeltamivir – Tamiflu). Férjével 1999-ben jártunk Ausztráliában; ekkor kerestük fel Jennyt laboratóriumban, a CSIRO egyik spinoff intézetében, a Biomolekuláris Kutatóintézetben. Első kézből hallottunk tőle arról az izgalmas kutatásról, amely akkor már majdnem húsz éve folyt.

Az influenzavírus felületén kétféle „tüske” van. Az egyik a neuraminidáz (NA) enzim. A másik a hemagglutinin (HA) nevű fehérje; ez kapcsolja a vírust a sejtfelületen elhelyezkedő receptorokhoz, hogy a vírus bejuthasson a

sejtbe. A vírus a sejtben szaporodik, és amikor az új vírusok távozni akarnak, az NA-tüske levágja a receptort a sejtről. Így az új vírusok kiszabadulnak, és szétszóródnak. A vírusok nagyon könnyen mutálódnak, és még ha szereztünk is immunitást valamelyik vírustörzssel szemben, ez semmit sem ér az új mutáns ellen. A vírus felületén levő tüskék idővel valószínűleg megváltoznak.

Ezt a CSIRO-beli kutatást Peter Colman indította el. Az 1970-es évek végén Colman és munkatársai röntgendiffrakcióval határozták meg az NA molekulaszerkezetét. Azt akarták megtudni, hogyan kötődik egy antitest az NA felületére. Kiderült, hogy bár a vírus felülete sokat változik a mutációk miatt, egyetlen helyen, ahol egy kis zseb van, állandó marad. Pontosán ezzel a zsebbel kötődik a vírus a sejthez, amikor levágja a receptort. Természetesen csak egy bizonyos „zseb” képes felismerni a receptort, ezért a vírus nem „engedheti meg magának”, hogy ez a része változzon. Ez az NA enzim aktív centruma. Meghatározták az aktív centrum szerkezetét abban az állapotban, amikor a receptorához hasonló molekula (szubsztrát) hozzá volt csatolva, és ennek az információnak az alapján olyan gyógyszer tervezésébe kezdtek, amely hasonlított a szubsztráthoz, ezért kölcsönhatásba tudott lépni a zseb megőrzött aktív centrumával. Ez a gyógyszer dugóként működik: lefoglalja az aktív centrumot, és így nem engedi, hogy a vírus a sejtreceptorokhoz kötődjön. Jenny több ezer megtermékenyített tyúktojást oltott be, aminek eredményeként elképesztő mennyiségű influenzavírushoz jutott. Ezekből bonyolult biokémiai eljárásokkal különítette el a tiszta neuraminidázt.

Nagyon hatékony gyógyszert sikerült kifejleszteniük, amelynek nincsenek káros mellékhatásai, mert azoknak a receptormolekuláknak a szerkezetén alapszik, amelyeket a vírus célba vesz, és az emberben levő neuraminidázokhoz csak gyengén kötődik. Szájon át kell belélegezni, nem tablettá. Bevonja a légzőszervek felületét, ahol a vírus szaporodik, és a sejten kívül hat a vírusra. Fontos tulajdonsága, hogy a vakcinával ellentétben minden influenzavírussal szemben hatásos, mert a vírus a mutáció során gondosan megőrzi az aktív centrumot. Jenny virológiai csoportja évekig azt próbálta megállapítani, hogy az influenzavírus ellenállóvá válik-e a gyógyszerrel szemben. Tapasztalataik szerint a Relenzával szemben nagyon nehezen alakul ki rezisztencia.

1999-es látogatásunkkor eddig jutottak el. Jenny azóta is a vírusokat tanulmányozza, és az influenzavírus elleni gyógyszeren dolgozik. Konkurensük, a Tamiflu nagyobb eladásokat produkált, valószínűleg azért, mert az tablettá (kapszula), amit nem belélegezni kell, hanem lenyelni. A Relenza azonban jobbnak tűnik, és éppen a belélegzés az előnye: így közvetlenül a légzőszervekre kerül nagy dózis, ahol a vírus szaporodik, ezért nagyon hatásos. A mutálódó vírusok elleni küzdelemben szintén sikeresnek bizonyult. Jenny és kollégái a H5N1

influenzavírusok ellenállását is vizsgálják; ez a hírhedt madárinfluenza-vírus. A kutatások arra utalnak, hogy néhány vírustörzs nagyon érzékeny marad a Relenzára.

Jenny most elsősorban az influenzavírusok rezisztenciáját tanulmányozza, és másokkal is együttműködik olyan új gyógyszerek tervezésében, amelyek kiküszöbölik ezt a rezisztenciát. Steve Withersszel, a British Columbia Egyetem munkatársával nemrégiben írt le új, mechanizmusalapú inhibitorokat az influenzavírus hatástalanítására. Az új gyógyszereknek hosszú utat kell megtenniük, amíg piacra kerülnek, de az emberi szenvedés enyhítése és az influenza miatti halálesetek számának csökkentése nagy ösztönzőerő.

ANNE MCLAREN

Fejlődésbiológus



Anne McLaren 2004-ben Cambridge-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

„Jelentős eredményekkel gazdagította az egérgenetika és az egérfejlődés kutatását, mégis az a képessége volt a legkülönlegesebb, amellyel a laikusok számára is érthetővé tette a tudományt. Fáradhatatlanul küzdött azért, hogy a közpolitika alakítói megbízható tudományos érvekhez jussanak hozzá” – ezekkel a szavakkal búcsúzott Anne McLarentől Paul Burgoyne a *Nature Genetics*ben.¹ Anne McLaren volt a tudomány legelkötelezettebb nagykövete – bárhol bármikor lehetett rá számítani, ha az emberi reprodukciós eljárásokról tartottak nyilvános vitát vagy hivatalos meghallgatást.

Egy másik írásban H. M. Blau arról is megemlékezett, hogy 2003 táján Anne McLarent meghívták a Vatikánba, a Pápai Tudományos Akadémia egyik konferenciájára, amelyet az őssejtkutatásról és ennek hasznáról rendeztek. Az összes többi előadó a munkájáról, az őssejtek lehetséges orvosi alkalmazásáról beszélt, ő azonban az etikáról és a politikáról. Olyan meggyőzően adta elő mondanivalóját, hogy a mesterséges megtermékenyítésre vonatkozó törvényeket azóta megszigorították Olaszországban. „Örökre velem marad ennek a pici, bátor nőnek a képe, aki a feladat lehetetlensége ellenére is az őszinte beszédet választotta.”²

Anne Laura Dorinthea McLaren (1927–2007) Christabel McNaughten és Henry Duncan McLaren, Aberconway második bárója, liberális parlamenti képviselő és sikeres üzletember házasságából született, negyedik gyerekként. A második világháborúig Londonban laktak, a Hyde Park közelében. A háború kitörésekor a nagy családi birtokra költöztek, Észak-Walesbe. Anne a háború végén fejezte be alapozó tanulmányait egy cambridge-i magániskolában. Bár sok sikeres kutató nagyon hamar elkezd érdeklődni a tudomány iránt, Anne McLaren története másképp indult:³

Kutató helyett nyugodtan lehettem volna ügyvéd, újságíró vagy talán sok minden más, mert fiatalkoromban nem törekedtem különösebben tudományos pályára. Csak kézenfekvő volt. Gyerekkoromban ügyesen írtam, ezért azt mondták, angol irodalmat kellene tanulnom Oxfordban. Amikor azonban megnéztem a vizsgafeladatokat, rögtön láttam, hogy Oxfordban biztosan nem hívnak be felvételi beszélgetésre angol irodalomból, mert nem olvastam el az összes olyan könyvet, amit megköveteltek. Másrészt, bár nem tanultam sok természettudományt, a biológiai kérdések elég könnyűnek tűntek, ezért ezt választottam. Az első két oxfordi évben zoológiát, fizikát, matematikát hallgattam, s végül úgy éreztem, a zoológia érdekelt a legjobban. Ez szabta meg a folytatást, így lettem kutató.

Az oxfordi tanulmányok alatt Anne McLaren olyan híres tudósoknál dolgozott, mint például J. B. S. Haldane és Peter Medawar. Óriási hatást tett rá E. B. Ford genetikus munkája, ezért a genetikát választotta. Diáktársát, Donald Michie-t is felvillanyozta ez a terület, és együtt kezdték el a kutatást. Anne McLaren 1952-ben szerezte meg PhD fokozatát zoológiából. Donald Michie-vel együtt kaptak kutatási támogatást a University College Londonban, ezért mindketten ott folytatták a munkájukat, és még ugyanabban az évben összeházasodtak.

Közös munkájuk nagyon sikeresnek bizonyult:

Projektünk az anyai hatásokat vizsgálta két beltenyésztett egértörzsben. [...] Arra kerestünk választ, hogy az anyai alkat a petesejtből, talán a citoplazmából ered, vagy a génekbe van bevésve (mai kifejezéssel: genetikai imprinting következménye), esetleg a terhesség alatt alakul ki, a méh hatására. Nyilvánvaló módon úgy dönthettük el a kérdést, hogy embrióátültetést hajtottunk végre a két törzs között. [...] Az embrióátültetés technikáját magunknak kellett kidolgoznunk, mert senki sem csinálta még Európában. [...] Végül sikerült az átültetés, és felfedeztük, hogy a méh

hatásával állunk szemben: az átültetett embriók a dajkaanyjukra hasonlítottak, nem a genetikai anyjukra.

Ezekben az években akkorára nőtt az egérkolóniájuk, hogy már nem tudták hová tenni, ezért 1955-ben átmentek a Királyi Állatorvosi Egyetemre (Royal Veterinary College). Leghíresebb munkájukban John D. Biggersszel működtek együtt. McLaren elbeszélésében ez megtévesztően egyszerű: „John Biggers a csirkecsontváz kifejlődését vizsgálta sejt kultúrákban. Mellettünk volt a laborja, alaposan megismertük egymást. Így jutottunk el oda, hogy John tartotta kultúrában az egérembriókat, én pedig átültettem őket a méhbe. Később megszülettek az állatok. Ez volt az első eset, hogy azok az embriók is egészséges felnőtt egyedekké váltak, amelyek huszonnégy órát a szervezeten kívül töltöttek.”

Ez a munka az újságok címlapjára került. A felfedezés társadalmi és etikai vonatkozásai azonban csak fokozatosan tárultak fel. 1978-ban, a kutatás logikus következményeként, megszületett az első „lombikbébi”. Nem meglepő, hogy Anne McLaren sok olyan bizottságba és vitára hívták meg, ahol a mesterséges megtermékenyítés különböző aspektusait tárgyalták. Ezek közül a „Warnock-bizottság” volt a legfontosabb, amelyet nem sokkal az első lombikbébi megszületése után nevezett ki a brit kormány. A mesterséges megtermékenyítés társadalmi, etikai és jogi vonatkozásait kellett megvizsgálnia. A bizottság elnöki tisztét Mary Warnock, a neves filozófus és író töltötte be. A tagok közül egyedül Anne McLaren volt tisztában a kérdés tudományos oldalával. „A Warnock-bizottság 1982-ben állt fel. Sokféle ember vett részt benne, például teológusok, orvosok, ügyvédek. Én voltam az egyetlen szakbiológus. Mary Warnock nagyon jól látta el az elnöki teendőket: javaslatokat, ajánlásokat fogalmaztunk meg a kormány számára a törvényi szabályozás előkészítéséhez. Arra is kitértünk, hogy a kormánynak létre kell hívnia egy testületet, amely az orvosi gyakorlatban és a humánembrió-kutatásban is szabályozza a mesterséges megtermékenyítést.”

Anne McLaren kiemelkedő szerepet játszott abban, hogy a bizottságot jó irányba terelje a vezérelvek megfogalmazásakor. Ezek vezettek végül a „humán megtermékenyítési és embriológiai törvény”-hez (Human Fertilisation and Embryology Act). Hamarosan életre hívták a Humán Megtermékenyítési és Embriológiai Hatóságot, amelyben Anne nagy energiával dolgozott tíz évig. Később ugyanilyen aktívan vett részt az összejetelekről szóló vitákban. A Fagyott Bárka (Frozen Ark) alapítói közé tartozik: ez a program a kihaláshoz közeli állatok DNS-ét gyűjti és tárolja. Mary Warnock írta róla: „Ő tanította meg nekem, milyen az igazi tudós: egyszerre fantáziadús és körültekintő; lelkesedése nem homályosítja el a tények tisztét. Mindemellett Anne türelmes volt, nemcsak a tudományos bizonyítás lassú érlelődését viselte el, hanem tanítványai tudatlanságát is.”⁴

Bár Anne McLaren sok időt fordított a tudományos tanácsadásra, változatlan intenzitással folytatta a kutatást. Még 1959-ben, jóval a tudomány-népszerűsítés és a tanácsadások előtt Edinburghba költözött, az Állatgenetikai Intézetbe, ahol tizenöt évet töltött el. Itt egérkimérákkal végzett úttörő kísérleteket (lásd a Le Douarin-fejezetet). 1974-ben felkérték az Orvosi Kutatási Tanács új emlősfejlődési egységének (MRC Mammalian Development Unit) irányítására, amely a University College Londonban kapott helyet. Az egység létrehozása az emlősfejlődési kutatások fontosságát demonstrálta. Anne McLaren 1992-ben állt fel az igazgatói székéből, és Cambridge-be ment, a Gurdon Intézetbe (Wellcome Trust/Cancer Research UK Gurdon Institute). Itt egészen halála napjáig folytatta kísérleteit. Legutoljára a primordiális csírasejteket tanulmányozta. 2004-es beszélgetésünkön azt mondta: „Mindig élvezettel dolgoztam, és sok különböző jelenséget vizsgáltam, mert egyik kutatás következett a másikból. Most a csírasejtekben megjelenő genetikai imprinting foglalkoztat. A primordiális csírasejtekkel megkezdett munkám vezetett el a genetikai imprintinghez és az őssejtekhez, amelyek primordiális csírasejtekből is származhatnak. De a munkám egyetlen apró részletéről sem szeretném azt mondani, hogy fontosabb a többinél.”

Arisztokrata származása ellenére Anne McLaren egész életében szocialista volt, Donald Michie-vel együtt. A hidegháború alatt beléptek a kommunista pártba; támogatták a szovjet és a kelet-európai kutatókat.^{5,6,7} Anne a Pugwash-konferenciák tanácsának tagja volt. A mozgalom vezetői így emlékeztek rá: „...Anne McLaren testesítette meg a Pugwash-közösség szellemét és hitvallásának lényegét, [...] a tudósok társadalmi felelősségét. Anne Pugwash-tanácsbeli munkáját élénk szelleme, független gondolkodása és barátságos attitűdje jellemezte.”⁸ Anne McLaren a Royal Society tagja volt (FRS, 1975); 1991-ben a Royal Society külügyminisztere lett – a társaság háromszázharminc éves történetében először töltötte be nő ezt a tisztséget. 1993-ban őt választották a Brit Egyesület a Tudományos Haladásért (British Association for the Advancement of Science) elnökévé. 1993-ban lovagi címet kapott (Dame Commander of the Order of the British Empire). 2002-ben – a lengyel Andrzej Tarkowskival – az emlősök embriónális fejlődésének úttörő kutatásáért elnyerte a Japán Díjat.

Anne McLaren nem csak a bizottságok és a meghallgatások vitáiban csillogtatta meg tudomány-népszerűsítő tehetségét. Mindenki számára érthetően közvetítette a tudományos eredményeket. Egy halála utáni visszaemlékezésben idézték tőle a következőket: „Amikor az embrió nincs az anya testében, a genetika azt mondja nekünk, hogy az apát és az anyát egyenlő jogok illetik meg. Amikor az embrió a testben van, a fiziológia azt mondja nekünk, hogy a nő joga elsődleges.”⁹

Anne McLaren szívén viselte a női jogok és a nők sokféle ügyének képviselőjét. Bár szerencsésnek tartotta magát, mert sohasem tapasztalt diszkriminációt, nagyon jól tudta, hogy létezik ilyen probléma. A Brit Kutató- és Mérnöknők Egyesülete (Association for Women in Science and Engineering in Britain, AWiSE) alapító tagja és elnöke volt. Otthon és külföldön egyaránt sok tanácsot adott nőjogi kérdésekben. Elvi kérdésnek tartotta, hogy a laboratóriumában azonos számú nő és férfi dolgozzon.

Anne-nek három gyermeke született; két-két év választotta el őket egymástól. Sohasem jutott eszébe, hogy abbahagyja a munkát. „A kutatónak rugalmas a munkaideje. Amikor a babák nagyon picik voltak, bevittem őket a laborba. És bébiszittereket is lehetett találni, rendszerint fiatal norvég nőket, [...] a gyerekek szerették őket.” A gyerekek már felnőttek, mindegyikük diplomás. Amikor megkérdeztem, mi volt a legnehezebb az anyai és a kutatói létben, Anne ezt válaszolta: „Az idő. Az idő. Az idő megszervezése.”

A család történetéhez tartozik, hogy Anne McLaren és Donald Michie az 1950-es években elvált, de a barátság fennmaradt. Amikor az embrionális fejlődésre gyakorolt környezeti hatás sikeres kutatását befejezték, Donald Michie otthagya a genetikát. A második világháború alatt kriptográfiai feladattal bízták meg a Bletchley Parkban, és fiatal kora ellenére a projekt egyik vezetőjének nevezték ki. Jó barátságban volt Alan Turinggal, a híres kódfejtővel és számítógéptudóssal, a „Turing-gép” feltalálójával. A háború után Donald Michie érdeklődését felkeltette a genetika – így találkozott Anne McLarennel. De igazi szerelme a kódfejtés és a mesterséges intelligencia volt.

2007 júliusának első napjaiban Anne McLaren és Donald Michie Cambridge-ből London felé autózott. Onnan Edinburghba akartak eljutni, ahol Michie-t kitüntetés várta. Út közben szörnyű baleset érte őket, amelyben mindketten életüket veszítették.

2004-ben megkérdeztem Anne-t: milyen fejleménynek örülne a kutatási területén. Kétség sem fért hozzá, hogy mi érdekli a legjobban:

Szeretném tudni, mi programozza át a szomatikus sejtmagot a petesejtek citoplazmájában a klónozás során, és mi váltja ki azokat az epigenetikai változásokat vagy magukban a csírasejtekben, vagy a szövetkörnyezetben, amelyek szerepet játszanak az imprintingben. Ezek a változások nem járnak együtt a DNS bázisszekvenciájának megváltozásával, de maguk után vonják a génkifejeződés változásait, mert többnyire a környezet hatására következnek be. Minél többet tudunk az epigenetikai öröklődésről, annál jobban tudatosul, hogy körültekintően kell gondolkoznunk, talán még a szerzett tulajdonságok öröklődésére vonatkozó nézeteinket is felül

kell vizsgálnunk, mert – elsősorban a növények esetében – nagyon sok jel mutat arra, hogy a környezet befolyásolhatja egy szervezet epigenetikai állapotát, és ez egyik generációról a másikra öröklődhet. [...] Ez fantasztikusan érdekes terület; biztos vagyok benne, hogy fejlődés előtt áll.

Anne McLaren – szokásához híven – mondandóját akkor is tágabb kontextusba helyezte, amikor beszélgetésünk végén a kezdő kutatóknak fogalmazott meg tanácsokat:

Úgy gondolom, ha valakit érdekel a tudomány, akkor érdemes kutatói pályát választania. Az ember, persze, könnyen rájöhet arra is, hogy nem neki találták ki a kutatást. Ilyenkor több lehetőség közül választhat. Elmeget tanítani. Sok fiatal kutatót ismerek, aki oda lyukadt ki, hogy neki igazából az iskolai tanítás való – ez remek. Aki otthagyja a kutatást, választhatja az üzleti életet vagy valami egészen mást, például az újságírást. Szép lenne, ha a jövőben sokkal többen dolgoznának úgy az élet különböző területein, mindenféle szakmában, hogy előtte természettudományos műveltséget szereznek. És milyen jó lenne, ha sokkal több parlamenti képviselő rendelkezne természettudományos képzettséggel, mert most nagyon kevesen értenek a tudományos kérdésekhez. Attól, hogy valaki kutatóként indul, egyáltalán nem kell egész életében megmaradnia ezen a pályán.

CHRISTIANE NÜSSLEIN-VOLHARD

Biológus



Christiane Nüsslein-Volhard 2001-ben dolgozószobájában, a Tübingeni Egyetemen
(Hargittai Magdolna felvétele)

1979 végén Christiane munkatársával, Eric F. Wieschausszal (1947–) dolgozott a laboratóriumban, amikor a gyümölcslégy-embriók mutációival végzett legutolsó kísérleteik eredménye láttán felkiáltott: „Toll!!” – ami egyszerre jelenti azt, hogy örületes, elképesztő, szuper. Azért találta az új mutánst örületesnek és elképesztőnek, mert nem volt „eleje”, csak „vége”. A jelző állandósult – ma szerte a világon ezzel a német szóval illetik azt a gént, amelyik ilyen mutációkat idéz elő. Christiane Nüsslein-Volhard és Eric Wieschaus a *Nature*-ben publikálta az eredményeket. Ez volt azoknak a kísérleteknek az első lépése, amelyekért 1995-ben megkapták a Nobel-díjat.¹

Christiane Volhard 1942-ben született Magdeburgban, Németországban. Szülei nem végeztek egyetemet, de mind a négy lányuk és egyetlen fiuk továbbtanulási szándékát támogatták. Christiane a természettudományokat választotta. Jó emlékeket őriz középiskolás koráról. Elsősorban a biológiatanára volt remek: olyan érdekes témákat hozott elő, mint a genetika, az evolúció, az állatok viselkedése. Christiane ezután még több biológiát akart tanulni. A Frankfurter Egyetemre iratkozott be, ahol rögtön csalódás érte: azt tanították nekik, amit már tudott a középiskolából. Átment a Tübingeni Egyetemre, ahol éppen akkor indítottak új biokémia szakot. Christiane később genetikai és mikrobiológiai tárgyakat is felvett – ezeket is élvezettel tanulta.

1968-ban szerezte meg biokémikusi diplomáját. Tübingenben maradt, a Max Planck Víruskutató Intézetben (Max Planck Institut für Virusforschung), ahol 1973-ban védte meg PhD fokozatát. Még mindig nem tudta pontosan, mivel szeretne foglalkozni a jövőben. Azt mondták neki, hogy a baktériumok vizsgálata és a molekuláris biológia már kitaposott útnak számít, keressen inkább új területet. A fejlődésbiológia jó választásnak tűnt, és Tübingenben folytak is ilyen kutatások. A fejlődésbiológia azt írja le, hogyan képződnek egyes struktúrák a legkisebb egységekből, a molekulákból egy minta alapján; hogyan fejlődnek és differenciálódnak a sejtek. Christiane így emlékszik vissza: „Azzal a tudással, amelyet a molekuláris biológia, különösen a DNS-replikáció terén szereztem, amikor a genetikát eszközként használtam egy bonyolult folyamat vizsgálatára, megpróbáltam olyan rendszert keresni, ahol a morfogenetikai problémát genetikával kombinálhatom, és a genetikával, mint eszközzel, olyan molekulákhoz juthatok el, amelyeket mutálható és azonosítható génekkel állítok elő.”² Úgy gondolta, kutatásainak megfelelő tárgya lesz a *Drosophila* (közönséges gyümölcslégy). Rövid ideig Bázelen és Freiburgban dolgozott, majd a heidelbergi Európai Molekuláris Biológiai Laboratóriumban (European Molecular Biology Laboratory, EMBL) jutott álláshoz. Az amerikai Eric Wieschaus, akivel Bázelen ismerkedett meg, szintén Heidelbergbe ment. Három évig vizsgálták a *Drosophila*-mutánsokat, és nagyon jó eredményeket értek el. A *Drosophila* ideális alanynak bizonyult, mert a lárváinak tizennégy, látszólag azonos szegmense van, de ezekből más és más képződik. Honnan tudják ezek a szegmensek, hogy mivé kell fejlődniük? Gyötrelmesen nehéz munkával határozták meg az egyes mutációk és gének közötti kapcsolatot – sőt, a légy különböző részeinek kialakulásáért felelős géneket is azonosították. Ezért a munkáért nyerték el a Nobel-díjat. A kitüntetést Edward Lewisszal kapták, aki azt mutatta meg, hol találhatóak a legyek DNS-ében azok a gének, amelyek a fragmensek fejlődését irányítják.



Christiane Nüsslein-Volhard és Eric Wieschaus 1978 körül egy spanyolországi konferencián (Judith Kimble felvétele, Christiane Nüsslein-Volhard szívességéből)

Christianét 1985-ben nevezték ki a Max Planck Fejlődésbiológiai Intézet igazgatójává, ma is ezt az állást tölti be. Munkatársaival együtt folytatta a *Drosophila*-kutatásokat, de ma már zebrahalakat is használnak a vizsgálataikban. Izolálják a génjeiket, azonosítják őket, megnézik, melyik rendelkezik különleges funkciókkal, és tanulmányozzák a tulajdonságaikat. Ma már tudják, mely gének határozzák meg például a hal koponyáját, uszonyait, pikkelyeit.

Christiane hét évig élt házasságban, de még a tübingeni évek előtt elvált. A nevében szereplő „Nüsslein” korábbi férje nevéből származik, amelyet az esküvő után vett fel a leánykori neve helyett. Ezen a néven publikált. A válás után leánykori nevét is hozzáillesztette a Nüssleinhez. Azt mondta: „Kutatóként nem akartam kidobni a korábbi éveket.”³

Amikor megkérdeztem, nem tapasztalt-e diszkriminációt női mivolta miatt, kifakadt:⁴

Dehogynem! Sokszor! [...] Előbb talán visszatérhetünk azokhoz az időkhöz, amelyekben felnőttem. Akkor általában az volt a baj, hogy a nőket egyszerűen nem tekintették szakembernek, legalábbis nem tartották elég jónak ahhoz, hogy felelős pozíciókat töltsenek be. Ezért gyakran nem vették őket számításba, és nem bíztak rájuk fontos feladatokat. Hozzá kell tennem, hogy a tudományos eredményeimet sohasem érte diszkrimináció. Az eredményeim elismertetése tehát nem ütközött ilyen akadályba. De amíg egy nő megszerzi az állását, a kutatási támogatását, a laboratóriumát, szerintem nem kezelik egyenrangú pályázóként.

A pályám kezdetén a férfiaknak rendszerint volt családjuk, gyermekük, és automatikusan ők kapták a jobb állásokat. A professzorok mindig azt mondták: „Hiszen ő férfi, el kell tartania a családját, ezért ő fogja megkapni a munkát, nem maga.” Ez többször is előfordult. Ugyanez ment az előléptetésekkor. Gyakran hallottam, hogy maga nő, de van egy férfi, ő jobban megérdemli. A legnagyobb pofont PhD-hallgatóként kaptam: együtt dolgoztam egy férfival, rám hárult a munka nagyobbik része, én írtam meg a cikket, amelynek végül ő lett az első szerzője, mert a főnököm azt mondta, hogy neki családja van, és ez fontos a karrierje szempontjából. Én nő vagyok, már férjhez mentem, úgyhogy nekem nem számít. Ez azért is nagyon igazságtalan volt, mert a kolléga a disszertáció elkészítése után azonnal abbahagyta a kutatást, elment tanítani, amihez egyáltalán nem volt szüksége arra a publikációra. Én meg sokat szenvedtem attól, hogy nem kapok munkát, mert a cikkben nem én szerepelek első szerzőként. Úgyhogy a diszkriminációt már a kezdet kezdetén megéreztem.

Ezen az egyetemen készítettem a disszertációm is. Akkoriban rendszerint adtak egy kis ösztöndíjat a diákoknak, de a nagyfőnök azt mondta: „Neki nem kell, ő férjnél van.” Ez a fajta gondolkozás mára eltűnt. De az idős professzorok még mindig azt hiszik, hogy a családós férfiaknak magától értetődően többet kell keresniük. Ilyesmi ma is előfordul. Ha egy remekül dolgozó szingli és egy közepes férfi között kell választani, akinek viszont van felesége és családja, akkor a férfit léptetik elő.

A Max Planck Társaságban kifejezetten nők számára hoztak létre néhány állást. Ezeket gyorsan betöltötték, és rövid időn belül jelentősen megemelték a nők arányát az összes intézetben, a független csoportvezetők körében is. Kiderült, hogy a nők nagyon is megállják a helyüket. Tehát korábban egyszerűen lenézték őket. Úgy látszik, adhatunk egy kis kezdő lökést, és nem kell félnünk attól, hogy a nők kudarcot vallanak. Általában annyira alulértékelték őket korábban, hogy megérdemlik a magasabb státuszt.

Többet kell dolgoznia egy nőnek ugyanazért az elismerését, mint egy férfinak?⁵

Legalábbis nem engedheti meg magának, hogy hibázzon, annyit semmiképpen sem, mint egy férfi. Amikor egy fiatal ember követ el hibát, azt mondják, jaj, hát ambiciózus, ez mindenkivel előfordul. De ha egy fiatal nő hibázik, rendszerint túlreagálják. Az agresszív nőket végképp nem szeretik. Egy férfi nyugodtan lehet agresszív, ez a világ rendje. Ha egy nő viselkedik férfi módra egy szituációban, nagyon rossz néven veszik tőle. Ez baj, mert a jó értelemben vett agresszió elengedhetetlen a sikeres munkához. Az embernek a saját álláspontját kell érvényesítenie, nem a szomszédét. Sajnos ez a szakmához tartozik.

Günter Blobel,
Aaron Klug
és Christiane
Nüsslein-Volhard a
Nobel-díjasok talál-
kozásán Lindauban,
2005-ben
(Hargittai Magdolna
felvétele)



Körülbelül egy évtized telt el a beszélgetésünk óta. Úgy látszik, ezen a téren nem változott Christiane véleménye. Nemrégiben írt egy cikket, amelyben a korábbiakhoz hasonló érzéseknek ad hangot.⁶ „Nagyon szeretem a kutatói munkát: [...] Gyakran gondolok azokra a nőkre, akik ugyanúgy odavannak a kutatásért, mint én, és hasonló a személyiségük, de olyan körülmények között élnek, hogy borzasztó nehéz vagy lehetetlen sikeres kutatói pályát befutniuk. Hol keressük a problémákat, hogyan oldhatnánk meg őket?”⁷ A megoldás érdekében Christiane létrehozott egy alapítványt, amely azért ad támogatást a fiatal, tehetséges anyáknak, hogy fel tudjanak venni valakit a gyerekeik mellé.

SIGRID PEYERIMHOFF

Elméleti kémikus



Sigrid Peyerimhoff 1999-ben Bonnban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Sigrid Peyerimhoff a németországi Bonni Egyetem Mulliken Elméleti Kémiai Központjának professor emeritája. A számításhoz köthető kvantumkémia terén elért eredményei nyomán vált ismertté: *ab initio* kvantumkémiai módszerek fejlesztésén dolgozott. Az *ab initio* (kezdetektől) módszer azt jelenti, hogy az alapelvek és a fizikai állandók felhasználásával számítják ki a molekulák szerkezetét, energetikai és sok más tulajdonságát. A kvantumkémiai számítások bevonultak a modern kémiai kutatásba, kiegészítik vagy akár helyettesítik a laboratóriumi kísérleteket. A tudományág fontosságát mutatja az is, hogy John Pople és Walter Kohn 1998-ban Nobel-díjat kaptak ezen a területen elért úttörő felfedezéseikért.

Sigrid Peyerimhoff 1937-ben született Rotteilben, Németországban. A második világháború alatt édesapját, aki viszonylag magas posztot töltött be az adóhivatalban, megtorlás érte, mert nem volt hajlandó belépni a náci pártba. Édesanyját néhány szomszéd feljelentette, és a rendőrség elvitte.

Sigrid természettudományos érdeklődése nagyon korán kialakult. A középiskola befejezésekor már tudta, hogy természettudományokkal akar foglalkozni, csak azt nem, hogy a fizikát, a kémiát vagy a matematikát válassza-e. Úgy gondolta, a fizikusok könnyebben kapnak állást az iparban, mint a vegyészek

vagy a matematikusok. Abban biztos volt, hogy nem akar tanítani. Noha akkor már vonzotta az elméleti munka, nem merté elméleti kutatásból írni a szakdolgozatát, mert attól félt, hogy emiatt nehezebben jut álláshoz. Ezért a kísérleti fizikát választotta. A Justus Liebig Egyetemen szerzett diplomát (az MSc fokozat megfelelőjét), Giessenben 1961-ben. Ugyanitt kapott doktorátust (Dr. rer. nat., a PhD fokozattal ekvivalens), majd habilitált doktori (Dr. habil.) fokozatot 1963-ban, illetve 1967-ben. Németországban és néhány más európai országban a Dr. habil cím a professzori kinevezés előfeltétele.

Sigrid az 1960-as évek elején kezdett számítógépeket használni. Néhány évig a giesseni, majd a mainzi egyetemen kutatót, aztán Chicagóban, Seattle-ben és Princetonban szerzett posztdoktori gyakorlatot. Sok éven át rendszeresen több hónapot töltött Nebraskában, ahol kiváló számítási lehetőségek álltak rendelkezésre. 1972-ben állást kapott a Bonni Egyetemen, azóta ott dolgozik.

Az 1960-as évek eleje óta sokat fejlődtek a kvantumkémiái számítások. Korábban a kémia kísérletes tudomány volt. Bár a kvantummechanika alapjait már az 1920-as években kidolgozták, sokáig nem voltak még számítógépek a molekulaszervezetek kiszámításához szükséges bonyolult feladatok elvégzésére. Paul Dirac, a modern fizika egyik első nagy alakjának híres mondása szerint: „A fizika jó részének és a kémia egészének matematikai leírásához szükséges alaptörvények már mind ismertek, csak az a baj, hogy ezeknek a törvényeknek az alkalmazása olyan egyenletekhez vezet, amelyeknek túl bonyolult a megoldása.”¹ Az 1960-as évek elején jelentek meg azok a számítógépek, amelyek már alkalmasak voltak a kémiai problémák kezelésére. Sok kutató élt a lehetőséggel: megkezdődött a szerkezeteket és más tulajdonságokat kiszámító programok fejlesztése. Sigrid Peyerimhoff nagy elánal vett részt ebben az izgalmas, új munkában.

Munkatársaival együtt nemcsak a molekulák szerkezetét, hanem spektroszkópiái tulajdonságait is ki akarta számítani. Az utóbbi esetben a molekula alapállapotához tartozó szerkezeten kívül a gerjesztett – energia felvételével kialakuló – állapotoknak megfelelő szerkezeteket is meg kell határozni. „Amikor nem tudtuk megbízhatóan kiszámolni ezeket a szerkezeteket, új módszereket dolgoztunk ki a számításokhoz. Ennek érdekében sokat beszélgettünk a kísérleti kollégákkal. A kémikusok rezgési spektroszkópiával foglalkoztak, egyes fizikusok elektronspektroszkópiával és így tovább.”² Később a szénklaszterek – a felső légkörben előforduló molekulák – és a fotokémiai rendszerek tanulmányozásával bővült az érdeklődési körük.

Sigrid egyre-másra azt tapasztalta, hogy a számítós kémia egyáltalán nem tipikus női munka; ezen a területen a nők aránya nemigen haladta meg az egy-két százalékot. Hosszú évekig ő volt az egyetlen nő egyeteme természettudo-

mányi karán. Később javult a helyzet: nőket is felvettek az egyetemi állásokra. Találkozásunkkor, 1999-ben az egyetem új szabályt vezetett be, amely kikötötte, hogy minden kutatói bizottságba legalább egy nőt is be kell vonni. Sigrid általános szemléletváltást figyelt meg:

Korábban biztosra vették, hogy a nők otthon maradnak, és a háztartást vezetik, de ma már azt látom a fiatalabb kollégák körében, hogy a férj is ért a gyerekekhez, bepelenkázza, lefekteti őket.

Öt évvel ezelőtt mentem férjhez. Egészen addig egyedül voltam. Férj-jel és gyerekekkel nem juthattam volna el idáig. A férjem nyugalmazott fizikai-kémia-professzor. Sokáig csak a hétvégeket tölthettük együtt. Most már itt él velem. Közös cikket is írtunk, nemrég jelent meg. A férjem korábban kísérleti ember volt, de már nincsenek kísérleti berendezései. Annyi olvasnivalót hozok neki, hogy nem is győzi. Időnként nekem segít az olvasással.

Szabadidőnkben a vitorlázás mindennél jobb kikapcsolódás. Ősszel két hetet mindig a Földközi-tengeren töltünk. Tökéletes pihenés. Nyaranta néha egy bajorországi tóban vitorlázunk egy kisebb hajóban. Ha nincs szél, a hegyekben túrázunk. Itthon szeretek kertészkedni. A sílesiklást is kedvelem.

Sigrid Peyerimhoff számos díjat és kitüntetést kapott. A legértékesebb a német kutatástámogató szervezet, a Deutsche Forschungsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz-díja; Németországban ez a legmagasabb elismerés: hárommillió márka kutatási támogatással járt. Sigrid több német tudományos akadémia tagja, például a híres Göttingeni Akadémiáé és a Lepoldina Német Tudományos Akadémiáé. Az Academia Europaea (London) szintén a tagjai közé választotta.

Sok szakmai szervezetben tölt be tisztséget. Megkérdeztem, hogy ezeket az eredményei elismerésének tartja-e, vagy inkább a statisztikát javítja a jelenlétével. „Ha benne vagyok egy nyolctagú bizottságban, tizenkét és fél százalék a nők aránya. Ha kilépek, ez az érték hirtelen nullára esik. Tudom, hogy gyakran csak a kvóta miatt akarnak engem. De ha azt látom, hogy tehetek valami hasznosat, akkor is elvállalom a felkérést, ha csak az arányok javítása miatt esett rám a választás.”

Nem sokkal a beszélgetésünk előtt olyan bizottságba hívták meg Sigridet, amelyik azt vizsgálta, betölthetnének-e magasabb állásokat a nők a tudományos életben. Sigrid aggódott, hogy a kutatónők hivatalosan megkövetelt támogatása néha visszaüt.

Amikor például verseny alakul ki egy oktatói állásért, az egyetem köteles benyújtani a legjobb három jelölt listáját a minisztériumnak. Néhány tartomány akkor is a nőt választja, ha az csak a második az első helyezett férfi pályázó mögött. Amint ez a gyakorlat nyilvánosságra került, a listák összeállítói vagy az első helyre sorolták a női pályázót, vagy úgy intézték, hogy az összes nő eltűnjön a legjobbak közül. Ez csak arra jó, hogy végül a nő rosszabb helyzetbe kerüljön, mint bármilyen pozitív vagy negatív diszkrimináció mellett. Néhány más minisztérium kívülről kér újabb értékelést. Ez további három-négy hónapot jelent, ezért nem szívesen folyamodnak ehhez a módszerhez. És itt a másik oldal: éppen kaptam egy levelet a Max Planck Társaságtól, hogy meg kell próbálnunk több nőt előléptetni, különben csökkentik a támogatásunkat. Azt is el tudnám képzelni, hogy a kutatási területtől függetlenül választjuk ki azokat, akik támogatást érdemelnek. A nők helyzete javul, de még messze elmarad a kívánatostól.

MIRIAM ROTHSCHILD

Entomológus



Miriam Rothschild 2002-ben Ashton Woldban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Amikor Miriam Rothschild 2005 januárjában meghalt, minden fontos angol újság megemlékezett róla. Híres családból származott, de ezt a kitüntetett figyelmet saját jogán, különleges személyiségével érdemelte ki. A „fantáziadús természetbúvár”,¹ a „legkülönlegesebb entomológus”,² akit néha Méhkirálynőnek, máskor a Bolhák Hercegnőjének neveztek, minden élőlényt szeretett és védett. Senki sem ért fel hozzá. Bár nem járt iskolába, nyolc egyetem fogadta tiszteletbeli doktorrá, az oxfordi 1968-ban, a cambridge-i 1999-ben. 1985-ben lett a Royal Society tagja (FRS). Tudományos eredményeinek elismeréseként Erzsébet királynő 1999-ben lovaggá ütötte.

Férjessel 2002-ben kerestük fel Miriamot a Rothschild család birtokán, ahol született, és ahol élete java részét töltötte. Kilencvenhárom éves volt, még tele energiával és tervekkel. Különleges órákat töltöttünk nála; nagyon kedvesen fogadott bennünket, barátságos, érdeklődő volt, és szívesen mesélt az életéről – mintha újra átélné és élvezné a történeteket. Fürgén gurult ide-oda kerekesszéékében, de alig vettük észre, hogy nem a lábain jár: szinte csak akkor tudatosult bennünk, amikor megnéztük a róla készült fotóinkat.

Miriam Louisa Rothschild (1908–2005) Ashton Woldban született (Peterborough, Northamptonshire), Angliában, a Rothschildok angol ágához tartozó család négy gyermeke közül elsőként. Édesapja, Nathaniel Charles Rothschild – az első Rothschild báró, Nathan Mayer Rothschild második fia – bankár és szenvedélyes entomológus volt. 1907-ben Bécsben feleségül vette Wertheimstein Rózsikát, a gyönyörű nagyváradi magyar nőt (Nagyvárad mai neve Oradea, Romániához tartozik). Wertheimsteinék befolyásos zsidó kereskedők voltak. Az európai zsidó családok közül harmadikként szereztek nemesi címet, az 1790-es években. A Rothschildok 1818-ban lettek nemesek.

Miriam legelső emlékei között szerepelnek azok a nyarak, amelyeket édesanyja szülőhelyén töltöttek. Édesapjával pillangókat és katicabogarakat kergettek a szabadban. Ezt a vidéket – növény- és állatvilága, ökológiai tulajdonságai miatt – Charles Európa legérdekesebb helyének tartotta.³ Még kunyhót is épített magának, amelyben kis laboratóriumot rendezett be. Az első világháború kezdetéig minden nyarat ott töltöttek. Ezek a vakációk keltették fel Miriam érdeklődését a rovarok iránt, és ez az érdeklődés egész életét végigkísérte. Miriam úgy emlékezett, hogy csak arra volt kíváncsi, ami élt. Egyszer, amikor megkérdezték tőle, mit szeretne karácsonyra, kiscsibéket kért. Eljött a karácsony, és Miriam kis plüsscsibéket kapott. „Tele torokból ordítottam” – mesélte később.⁴ Édesapja aztán néhány élő egeret adott neki, amitől megvizsgálgatódt.

Miriam szülei nagyon ügyeltek arra, hogy gyermekeik ne tartsák különlegesnek a családjukat. A gyerekeket otthon taníttatták, mivel édesanyjuk nem bízott az állami iskolákban. Miriam tizenhárom éves lehetett, amikor részt vett egy újság novellairói pályázatán. Ezüstérmét szerzett, és nem értette, miért mondja neki az egyik újságíró, hogy valószínűleg azért díjazták, mert Rothschild. Vacsoránál megkérdezte, mit jelent ez a megjegyzés. A szülők egymásra pillantottak, és azt felelték: „Fogalmunk sincs.”⁵ Idővel Miriam rájött, hogy a családjuk különleges. Szülei azt mondták, hogy egy Rothschildnak példát kell mutatnia. Nem értette, miért – de ezt várták el tőle.

Miriam édesapja és nagybátyja is amatőr zoológus és entomológus volt: ez nagy hatást gyakorolt rá. Charles Rothschild teljes szabadidejét bogarakkal, lepkékkel, bolhákkal töltötte. Minden áldott nap bement a bankba, de amikor este hazatért, a lepkéivel töltötte az idejét. Ha a felesége abban reménykedett, hogy kimozdulnak otthonról, meghallgatnak egy hangversenyt, Charles azt mondta, inkább őt figyelje, amint a lepkéivel foglalkozik. Körülbelül százötven tudományos közleményt publikált a bolhákról, és mintegy ötszáz új fajt írt le. Fontos felfedezései közé tartozik, hogy a bubópestist a keleti patkánybolha (*Xenopsylla cheopis*) hordozza és terjeszti.

Miriam nagybátyjának, Lord Lionel Walter Rothschildnak, az angliai Rothschild család fejének a családi N. M. Rothschild & Sons Bankban kellett dolgoznia, de amilyen gyorsan csak lehetett, otthagyta, mert valójában a zoológia érdekelt. A legenda szerint hét éves korában közölte szüleivel, hogy múzeumot alapít, ha megnő. Beváltotta az ígérését. A Természettudományi Múzeum ma is áll Tringben, Hertfordshire-ben, ahol a család akkoriban élt. Miriam gyakran járt ott kislánykorában. A múzeum különleges gyűjteménnyel büszkélkedhet: kétmillió lepkét, sok más rovar és állatfajt őriz. Korábban Charles bolhagyűjteményének – a világ legnagyobb bolhagyűjteményének – is otthont adott, de ez később átkerült a British Museum Rothschild-gyűjteményébe.

Charles Rothschild 1923-ban öngyilkos lett. Miriam még csak tizenöt éves volt; szörnyű súllyal nehezedett rá apja halála. Hirtelen hátat fordított az állatoknak, és írónak készült. Két év múlva az öccse azzal a feladattal ment haza vakációra az iskolából, hogy fel kell boncolnia egy békát. Nővérehez fordult segítségért. Miriamot felvillanyozta a béka belső szerveinek látványa. „Soha életben nem láttam ilyen csodálatosat – az ereket, a vérkeringést. Azonnal rabul ejtett, és visszatértem a biológiához.”⁶

Miriam tizenhét éves korában jelentkezett a University of Londonra, zoológiát és angol irodalmat tanult. Bár mindkettőben kiváló volt, nem akart diplomát szerezni egyikből sem, mert elviselhetetlennek tartotta, hogy „az ember mindig akkor akart Ruskinról hallani, amikor éppen egy tengeri sünt kellett boncolni”.⁷ Az 1920-as évek végén, 1930-as évek elején a Chelsea-i Műegyetem (Chelsea Polytechnic) esti képzésén tanult zoológiát, és elhatározta, hogy tengerbiológus lesz. A plymouthi Tengerbiológiai Állomáson kapott állást: a parazitákat tanulmányozta. Aztán kitört a második világháború, ami mindent megváltoztatott.



A fiatal Miriam Rothschild
(néhai Miriam Rothschild
szívességéből)

Már a háború előtt megpróbálta elérni a brit kormánynál, hogy a német zsidókat engedjék be Angliába. Összesen negyvenkilenc – kilenc és tizennégy év közötti – gyereket hozott ki Németországból: Ashton Woldban adott nekik otthont. A háború alatt és után is segített a menekült zsidó tudósoknak, akik gyakran az ő házában laktak. A háború első két éve alatt a Bletchley Parkban dolgozott. Más biológusokkal, matematikusokkal és filozófusokkal együtt vett részt – Alan Turing irányítása mellett – a híres Enigma-programban, a német rejtjeles üzenetek megfejtésében.

Ekkortájt ismerkedett meg férjével, George Lane-nel, aki Lányi György néven született Magyarországon. Lányi György úszó- és vízilabdabajnok volt, és azért ment Londonba, hogy a University of Londonon tanuljon. A háború alatt a brit hadsereg tisztje lett, az angol–francia hírszerzési műveletekben vett részt. Miriam és György 1943-ban házasodott össze. „Szörnyű zűrös életünk volt... – mondta Miriam. – Sohasem tudtuk, hogy látjuk-e még egymást. Minden összezavarodott – akkor vártam az első gyerekünket. Nem is tudom, hogyan éltem túl.”⁸ A házaspár 1957-ben elvált, de a barátságuk nem szakadt meg.

1947-ben a Collins kiadó felkérte Miriamot, hogy a parazitákról írjon egy ismeretterjesztő könyvet. Miriam több évtizeddel később „Első könyvem” című írásában mesélte el a kötet történetét.⁹ Második gyermekét várta, ezért az írás tökéletes elfoglaltságnak látszott. Azt viszont nem tudta, mitől lehet érdekes ez a nem túlságosan vonzó téma. Szívesen olvas valaki egy métely (*Halipegus*) életciklusáról? Ez a féreg a tó vizéből belekerül a csiga májába, aztán a garnélarák testüregébe, majd a szitakötőlárva belébe, onnan pedig a béka nyelve alá. Lenyűgözi majd az olvasót annak a féregnek a története, amelyik a víziló szemhéja alatt él, és a könnyeiből szerzi a táplálékát? Mit szólnak ahhoz, hogy a bolhának van a legbonyolultabb pénisz az állatok között? De Miriam lelkes volt, a kiadó is, és a könyv megszületett.

1952-ben került a könyvesboltokba. „Egyedül ez a könyvem lett siker.”¹⁰ A címe: *Bolhák, mételyek és kakukkok. Gondolatok a madárparazitákról* (Fleas, Flukes and Cuckoos. A Study of Bird Parasites). Miriam meg akarta ismertetni a laikusokat a parazitákkal és a szimbiózissal. Lendületes stílusban megírt, érdekes, olvasmányos könyvet tett le az asztalra. A bolháról szóló rész így kezdődik: „A madarak bolhái és tolltetvei nem énekelnek. Nem is repkednek színpompás szárnyaikat csillogtatva a napsütésben. Aligha meglepő, hogy Nagy-Britanniában ezrek rajonganak a madarakért és a pillangókért, de a bolha- és tetűgyűjtőket egy kézen meg lehet számolni.”¹¹ Miriam szerint az emberek azért gyűlölik a bolhákat, mert semmit sem tudnak róluk, és félreismerik őket. Különleges tulajdonságaik között említette, hogy „az oldalukon levő lyukakon lélegeznek, a gyomruk alatt idegköteg fut, a szívük a hátukba került; egyes ízeltlábúak a fejükön át teszik le a petéiket, és rendszeresen gyakorolják a szűznemzést.”¹²



Miriam Rothschild gyermekeivel
a laboratóriumban (néhai Miriam
Rothschild szívességéből)

Miriam meg akarta őrizni édesapja tudományos életművét. Egyik nagyszabású munkájában Charles Rothschild bolhagyűjteményének példányait katalogizálta George Hopkinsszal; monumentális, ötkötetes tanulmányban összegezték az eredményeket.¹³ A munka három évtizedig tartott: Miriam eközben hat gyereket nevelt fel. Rendszerint éjszaka dolgozott a könyvön – szerencsére álmatlanságban szenvedett... A könyvsorozatban harmincezer faj szerepel. A munka során Miriam lett a bolhák első számú szaktekintélye. Tanulmányozta a viselkedésüket, és számos felfedezést tett. A legjelentősebb talán a bolhagrás vizsgálatakor született. Laboratóriumában nagy sebességű fényképezéssel térképezték fel a nyúlbolha ugrásának mechanizmusát. Megkérdezte, tudjuk-e – nem tudtuk –, hogy a bolha a természetéhez képest akkorát ugrik, mintha egy ember az Empire State Building tetejére ugrana fel. A bolhák fantasztikus gyorsulásra képesek: hússzor nagyobbra, mint amekkorával egy holdrakéta visszatér a Föld légkörébe. Egyes bolhák harmincezeret is ugranak megállás nélkül.

Miriam írta le, hogy a nyúlbolhák lábbal repülő rovarok. A lábak az evolúciós őseiktől származó szárnyak maradványai. Végül is nincs szükségük a szárnyakra: a nyúl-fészekben kelnek ki, bár igaz, hogy utána meg kell találniuk a nyulat. „Tehát jókora távolságot kell megtenniük, erre szolgál az ugrás. A prémben a szárnyak csak útban vannak. És mivel ezek a paraziták a nyúl prémjében élnek, elvesztették a szárnyukat, de elképesztően nagyot tudnak ugrani.”¹⁴

Miriam másik könyvet is szentelt édesapjának és egyik szívügyének, a természet védelmének; ez *A Rothschild-rezervátum. Az idő és a törékeny természet* (Rothschild's Reserves. Time and Fragile Nature).¹⁵ Angliában Charles Rothschild indította el a természetvédelmi mozgalmat egy 1912-es konferencián. Az volt az elképzelése, hogy Anglia bizonyos területeit meg kell menteni a természet és a jövő számára. Megalapították a természetvédelmi társaságot. Körülbelül kétszáz lehetséges helyszínt javasoltak. Charles maga is adományozott a társaságnak egy birtokot Woodwalton Fenben, Cambridgeshire-ban – ez volt az első természetvédelmi területük. Ebben a könyvben lánya és Peter Marren ezeknek a területeknek a sorsát írta le.

Charles Rothschild halála után Miriam szoros kapcsolatba került nagybátyjával, Walterrel. Az ő életének is könyvet szentelt, miután elveszítette. *Kedves Lord Rothschild! Madarak, lepkék és történelem* (Dear Lord Rothschild. Birds, Butterflies and History) címmel jelent meg a kötet,¹⁶ amely emléket állít a zoológus Rothschildnak, a tringi múzeum alapítójának és egész életén át tartó munkásságának. Rengeteg történet szerepel benne, Miriam elmeséli például, hogyan szerszámozta fel Walter a vad zebraikat, hogy a kocsija elé kösse őket. Eugene Garfield azt írja, „ez az egyetlen olyan könyv, amelyet Rothschild írt Rothschildról – rendkívül hiteles munka”.¹⁷

Meg kell említenem Miriam néhány meglepő felfedezését; ezek a bolhákön és a lepkéken kívül sok más faj tanulmányozása közben születtek. A háború idején felkérték, hogy vizsgálja meg, mitől betegszenek meg tuberkulózisban a szarvasmarhák Angliában. Szövetmetszetek százait vizsgálta meg mikroszkópjával, és megállapította, hogy a betegség hordozói a sötét tollú örvös galambok, amelyeknek tuberkulózisos a mellékveséjük. Szintén a furcsaságok közé tartozik, hogy megállapította: a nyúlbolha termékenységi ciklusa a gazdaállathoz alkalmazkodik. A nyúlbolha pontos időzítése miatt a kisbolhák rögtön az újszülött nyulakon landolhatnak. Miriam mutatta ki először, hogy egy parazita rovar termékenységi ciklusa a gazdától függ. Munkatársaival együtt ő állapította meg, hogy a házinyulak veszélyes betegségét, a mixomatózist – amely az 1950-es években járványszerűen terjedt Nagy-Britanniában – a nyúlbolha hordozza és nem a szúnyog, ahogy korábban gondolták.

Miriam számos cikkben tárgyalta a rovarok védekező mechanizmusát. A Nobel-díjas Tadeus Reichsteinnel (1897–1996) is írt egy közös dolgozatot; ez lett az egyik legidézettebb publikációja.* A selyemkórófélekhez tartozó növényekben szívra ható mérgek vannak. A pompás királylepke ilyen növényekkel

* Tadeusz Reichstein 1950-ben kapott orvosi Nobel-díjat Edward C. Kendall-lal és Philip S. Hench-csel a mellékvesekéreg hormonjainak felfedezéséért.

táplálkozik, és sokkal nagyobb koncentrációban tartalmazza a mérget, mint a gyomnövény. A lepke immunissá vált a méreggel szemben, amelyet védekezés céljából tárol azért, hogy ne legyen kívánatos táplálék a madarak számára. Hasonlóan érdekesek a rovarok figyelmeztető színéről szóló cikkei is. A rovarok élénk színükkel „mondják el” a madaraknak és a többi ragadozónak, hogy mérgezőek. Más rovarok jellegzetes védekező szagokat bocsátanak ki, hogy eltérítsék az éjszaka vadászó ragadozókat.

Amikor Miriamnál jártunk, még mindig aktívan részt vett a kutatásban. Jól felszerelt laboratóriuma volt Ashton Woldban, és a világ minden tájáról érkeztek hozzá kutatók, hogy együtt dolgozzanak vele. Nagyon foglalkoztatták például a szagok, különösen a pirazin szaga. Munkatársai háromnapos csibékek kísérleteztek; megvizsgálták, hogy a pirazin szaga „felismer-e” valamit bennük; Miriam kerülte a „memória” szó használatát. Egy rokon kísérletben megmutatták, hogy a pirazinnal telített levegőt belélegző tyúkok nagyobb tojásokat tojnak, mint a kontrollállatok.

Miriam megszámlálhatatlan társadalmi és civil kezdeményezésben vett részt. Mozgalmat indított az angol vadvirágok megmentésére, és elkezdte természetni őket. Ehhez stratégiát dolgozott ki, amelyet sokan követtek a kertjükben – Károly herceg is közéjük tatozott. Alapot hozott létre a skizofrénia kutatásának támogatására, hogy meggyorsítsa a betegség kezelését. Már az 1950-es években kiállt a homoszexuálisok jogaiért. Azt mondta, erre a feladatra az a nő a legalkalmasabb, aki hat gyereket nevel egy boldog családban. Harcolt az állatok jogaiért, a vágóhidakon uralkodó állapotok javításáért, fellépett az állatkínzás ellen.

Bár több mint háromszázötven tudományos cikket írt, nem tudósnak, hanem a régi természetbúvárok utolsó példányának, egy 19. századból itt maradt fajnak tartotta magát. Elszomorította a modern tudomány specializálódása, noha értette az okát. Látta, hogy az ember csak úgy juthat előre a munkájában, ha irdatlanul sok apró részletet tud, de emiatt nehezebben bontakozik ki előtte a teljes kép. A kutatók általános ismeretei egyre inkább szűkülnek, és már a rokon területeket művelő kollégáikkal sem találják meg a közös nyelvet. Miriam így jellemezte a helyzetet: „Ma már senkivel sem lehet általában a rovarokról beszélgetni. Maximum a méhek hátsó lába jöhet szóba.”

Miriam Rothschild a családjá révén is híres lett volna, de ez a fajta hírnév semmit sem jelentett neki. Hihetetlenül gyakorlatias idealista volt. Meg akarta változtatni a világot, aminek egyaránt lehetett érzelmi vagy gyakorlati oka. Az igazságtalanság, a méltánytalanság minden fajtája ellen harcolt; éppúgy védte az embereket, mint a Föld növény- és állatvilágát. „Örökké szélmalomharcot vívtam” – mondta magáról.

VERA C. RUBIN

Csillagász



Vera C. Rubin 2000-ben a Carnegie Intézet Földi Mágnesség Osztályán, Washingtonban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Vera Rubin már gyerekkorában közeli ismeretségbe került a csillagokkal: „Az ablak alatt állt az ágyam, ahonnan láttam az eget, és sokkal érdekesebb volt a csillagokat bámulni, mint elaludni.”¹ Vera a Vassar College-ban kezdte egyetemi tanulmányait, ahol 1865-ben a híres csillagászt, Maria Mitchellt nevezték ki először csillagászprofesszornak. Vera a Cornell Egyetemen szerzett mesterfokozatot, és már diplomamunkája is megbolygatta a kedélyeket, mert Vera felvetette, hogy a galaxisok nagy távolságokon át is mozoghatnak együtt. A csillagászok többsége elvetette az ötletet, nem úgy George Gamow (1904–1968), a 20. századi tudomány egyik legeredetibb gondolkodója, akitől a világegyetem keletkezését modellező ősrobbanás- (Big Bang, Nagy Bumm) elmélet származik. Gamow a következő kérdést tette fel: „Van-e a galaxisok eloszlásának skálához-sza?” Vera úgy gondolta, hogy ez a probléma jó téma lenne a PhD-disszertációjához. George Gamow lett a témavezetője. Vera arra az eredményre jutott, hogy a galaxisok nem véletlenszerűen, hanem nagy klaszterekben, csoportokban mozognak. Évekkel később az ő eredményeit tekintették az első bizonyítéknak, hogy a világegyetem több mint kilencven százalékát láthatatlan sötét agyag teszi ki, de sok időbe telt, mire a tudományos közösség értékelte a munkáját.

Vera Cooper Rubin 1928-ban született Philadelphiában, bevándorló zsidó családba. Édesapja, Philip Cooper villamosmérnök az oroszországi Vlnából (ma Vilnius, Litvánia) származott. Édesanyja, Rose Applebaum Besszarábiából (ma jórészt Moldova) került az Egyesült Államokba.

Mire Vera megszerezte a BA fokozatot a Vassar College-ban, már eltökélte, hogy csillagász lesz. Akkoriban alig akadt olyan egyetem, ahova lányokat is felvettek csillagásznak. Például a Princetoni Egyetem el sem küldte neki a tájékoztatóját, mert 1975-ig (!) nem fogadott lányokat csillagászati mesterképzésre. Micsoda más szelek fújtak 2005-ben, amikor Shirley M. Tilghman, a Princetoni Egyetem első női elnöke ünnepélyesen tiszteletbeli doktorrá avatta Vera Rubint.

Vera a Cornell Egyetemen folytatta tanulmányait. Ott találkozott későbbi férjével, Robert (Bob) Rubinnal, aki ott volt doktorandusz. Verának fantasztikus mentorai voltak: Philip Morrison, Richard Feynman és Hans Bethe. 1951-ben szerezte meg az MA fokozatot. A Rubin házaspár szoros baráti kapcsolatban volt Philip Morrisonnal és feleségével, Phyllisszel. Akkor, amikor még nemigen beszéltek a sötét anyagról, Vera egyszer megkérdezte Philiptől, hogy mit gondol róla. „A vákuumnak van energiája” – hangzott a válasz. Ez a kijelentés azóta is foglalkoztatja Verát. Úgy véli, Philip arra gondolhatott, amit ma „sötét energia”-nak neveznek.²



Vera C. Rubin az 1970-es évek elején, spektrumok kiértékelése közben, a Carnegie Intézet Földi Mágnesség Osztályán, Washingtonban (Vera Rubin szívességéből)

Vera Rubin a Georgetowni Egyetemen folytatta doktori tanulmányait George Gamow vezetésével, aki a közeli George Washington Egyetemen dolgozott. Ez nem okozott problémát, mert Gamowot kizárólag Vera eredményeinek értelmezése érdekelte, a kutatás részleteivel nem törődött. Vera 1954-ben elkészült a disszertációval, de csak 1965-ben hagyta el a Georgetowni Egyetemet. Ekkor átment a washingtoni Carnegie Tudományos Intézet Földi Mágnesség Osztályára; azóta ott dolgozik.

Vera Rubin kutatásai nemcsak kollégái, hanem a nagyközönség köreiből is nagy érdeklődést keltettek. Leghíresebb munkájában a sötét anyag létezésére tárt bizonyítékot. Mindig érdekelte a galaxisok tulajdonságainak feltárása; ezúttal a spirális galaxisok külső részét tanulmányozta, amelyet korábban alig-alig vizsgáltak. Azt már tudták, hogy a galaxis közepe táján a csillagok nagy sebességgel keringenek, és a Naprendszer bolygóinak analógiájára feltételezték, hogy a galaxisok széle felé lassabban mozognak a csillagok. Vera Rubin és Ken Ford közösen mutatta meg, hogy az általuk vizsgált galaxisokban a távoli csillagok ugyanolyan gyorsan mozognak, mint a galaxis közepe környékén található csillagok. Erre a rejtélyre magyarázatot kellett találni.

Az a legjobb magyarázat, hogy a látható anyag annak az anyagnak a gravitációs vonzása alatt áll, amelyet nem látunk. Ennek a sötét anyagnak az eloszlása nagyon különbözik a látható anyagétól. A látható anyag a középpontba tömörül, és a magtól távolodva gyorsan fogy. A sötét anyagból kevesebb van a mag közelében, de a magtól távolodva megnő a mennyisége. A sötét anyag sokkal lassabban csökken, és sokkal messzebbre terjed, mint a látható anyag. A galaxis tömegének körülbelül kilencvenöt százalékát teszi ki. Tehát a látható anyag galaxisbeli eloszlása nem jelzi helyesen az anyag eloszlását.³

...Jelenlegi kozmológiai elméleteink korlátot szabnak a „normális” anyag, vagyis az atomok és a szubatomi részecskék mennyiségének. A megfigyelések szerint azonban ennél több anyagnak kell lennie. A maradék nyilván valamilyen egzotikus „anyag”, például neutrínó. De a neutrínó tömegére is van korlátunk, tehát úgy tűnik, hogy valami hiányzik. A részecskefizikusok szerint a választ a következő generációs részecskegyorsítók adják meg. Néhány éven belül meglátjuk (inkább „megtudjuk”, mert a sötét anyagot nem „látjuk”).

Van egy másik, sokkal kevésbé valószínű magyarázat is, és nem értem, miért nem tudtuk még ezt kizárni. Ez annak a lehetősége, hogy a newtoni gravitációs elmélet nem érvényes a galaxisok nagyságának megfelelő távolságokon. Ez sokkalná a fizikusokat, forradalmi felfedezés lenne! Azt, amit látunk, nem nehéz egyenletekkel leírni, de ez nem elég, mert tudjuk, hogy a newtoni törvények csak bizonyos tartományban érvényesek, a relativitás pedig egy másik tartományban, és bármilyen változtatást vezetünk is be, az elméletnek mindkettőt ki kell adnia az érvényességi tartományában. Szóval, új kozmológiát kell kitalálni, ami ijesztően nagy feladat. De néhány tudós ezzel próbálkozik.⁴

Vera Rubin eredményei a modern csillagászat első korszakos felfedezései közé tartoztak. A csillagászati megfigyeléseket az eszközök, berendezések halatlan fejlődése segíti, a korábban elképzelhetetlen mennyiségű adatot az egyre nagyobb kapacitású számítógépek dolgozzák fel. Másrészt „sok fontos dolgot még mindig nem tudunk. Azt hiszem, néhány évente, vagy talán még gyakrabban megdöbbenően izgalmas, lényeges felfedezésekre számíthatunk.”⁵

Attól a perctől kezdve, hogy Verának egyetemet kellett választania, szembeült a tudományos területen dolgozó nők problémáival. Ezek egyik legszembeütnőbb jele, hogy az egyetemi hallgatóktól az egyetemek magasabb beosztású kutatóiig haladva gyorsan csökken nők aránya.

Akárhány könyvet írhatunk erről a témáról! Női kérdésnek tekintik, és úgy gondolom, egészen addig nem oldják meg, amíg nem kezelik társadalmi vagy egyetemi problémaként. Ma pesszimistább vagyok, mint ötven évvel ezelőtt. Akkor nagyon sok lány tanult tovább, és azt hittük, fokozatos fejlődés indul el. Ám az egyesült államokbeli női egyetemi tanárok száma a körülbelül ötven legjobb főiskola és egyetem természettudományos tanszékein hat százalék (legalábbis ennyi volt 1998-ban), ami tényleg felháborítóan alacsony! Húsz évvel ezelőtt a PhD fokozatot húsz vagy akár nagyobb százalékát nők szerezték meg (a szakterülettől függően) – ezeknek a nőknek most már professzoroknak kellene lenniük, de nem azok. Ma már a férfiaknál több nő kerül ki a természettudományi karokról. Még természettudományos PhD fokozatot is nagyjából ugyanannyi nő kap, mint férfi. Ezért úgy gondolom, hogy az egyetemeken kell keresnünk a probléma gyökerét. Vannak olyan nők, akik fizikából szereznek PhD fokozathoz, de sohasem tanultak nőktől fizikát.

Most is nagyon sok olyan tudományos konferenciát tartanak, ahol az előadók mindegyike vagy majdnem mindegyike férfi. A szervezőbizottságok csupa férfiból állnak: mivel a bizottságokban, az egyetemeken nincsenek nők, a férfiaknak sokkal egyszerűbb, ha „szólnak a haverjuknak”. Azért kell a nőket bevinni az egyetemekre, a bizottságokba, a tudományos akadémiákba, hogy ne terjedjenek tovább az igazságtalanságok. Még mindig reménykedem abban, hogy ez a változás könnyen elérhető. A természettudományokban ma rengeteg kiváló nő kap PhD fokozatot. A természettudományi karoknak sokat kell tenniük azért, hogy NE alkalmazzák őket. Majd meglátjuk.⁶

Nem állhattam meg, hogy ne kérdezzem meg: csak a férfiak okolhatók ezért a helyzetért? Hátha nem érdekelte annyira a nőket a kutatás, hogy megmaradja-

nak a pályán? Talán nem voltak elég bátrak, hogy szembeszálljanak a barátság-talan környezettel.

Nem hinném, hogy ez bátorság kérdése. Ha ez ember okos, de ezt nem nézik jó szemmel, van annyi esze, hogy odébb álljon. Nagyon sok nő kezdi meg úgy az egyetemi tanulmányait, hogy kutató akar lenni, de lemorzsolódik. Gyakran azért, mert nem fogadják szívesen, nem támogatják, rosszul bánnak vele a férfi tanárok vagy kollégák. Nem tekintik őket partnernek, nem hallgatnak rájuk. Ha a tudóstársadalom befogadóbb lenne, sokkal több nő maradna a pályán. Gyakran járok egyetemekre, mert szeretek diákok között lenni, és mindig beszélgetek a lányokkal. Azokon az egyetemeken, ahol sok doktori iskolást vesznek fel a tanszékek, figyelmeztetik a lányokat, hogy kik azok a professzorok, akiket nagy ívben kerüljenek el. Bár a kollégák nem ismerik be, hogy ilyesmi létezik, a lányok tudják, hogy sohasem jutnának előre ezeknél a férfiakkal. Néhányan Kékszakáll-szindrómának nevezik ezt a jelenséget. Ha beteszed a lábad a laboratóriumába, nem jössz ki onnan élve. Szóval, jórészt az egyetemek a felelősek; azt hiszem, igazságtalan a nőket okolni. A doktori iskola nehéz, a kutatói élet nehéz, de ha még több akadályt helyezünk el az út mentén, a nők nagyon nagy valószínűséggel nem járják végig. A kellőképpen elszánt nők, persze, előbbre juthatnak, de a kutatóhelyeknek a kevésbé macacs nőket is tárt karokkal kellene várniuk. Ha a tudományos közeg nem befogadóbb, fájdalmasan sok ragyogó kutató vész el. Ez pedig nagy baj.⁷

Vera Rubin számos kitüntetést mondhat magáénak. A tudós társaságok közül tagja például az Amerikai Tudományos Akadémiának (1981), a Pápai Tudományos Akadémiának (1996). 1993-ban Bill Clinton elnöktől vehette át a Nemzeti Tudományos Érmét. 1996-ban elnyerte a Királyi Csillagászati Társaság (Royal Astronomical Society, London) aranyérmét; ő volt a második női kitüntetett (az első Caroline Herschel, 1828-ban).

Verának nagy családja van, négy gyereket neveltek fel. Férje nemcsak támogatta az ambícióit, hanem lelkesen bátorította is. Amikor megkérdeztem Verától, mi volt élete legnagyobb feladata, azonnal rávágta: „Jó dadákat kellett találnom a gyerekeimnek.”⁸ Minden gyerekük kutató lett. Egyetlen lányuk csillagász, két fiuk geológus, a harmadik matematikus. Vera önéletrajzát gyermekeik visszaemlékezései egészítették ki az *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*-ben. Ezekből is érzékelhetjük, milyen kivételes család az övék.⁹

Dave: „Tízéves lehettem, amikor egy este azt mondta a mamám, hogy tud valamit, amit senki más nem tud a csillagászatról. Ma is emlékszem, hogy ezt

egészen rendkívülinek tartottam. [...] a sötét anyag története azzal kezdődött, amit akkor csak az én mamám tudott.”

Judy: „Láttuk, hogy a szüleink sokat dolgoznak, és élvezik a kutatást, de akkor még egyikünk sem tudta, hogy mindannyian az ő példájukat követjük. [...] Áldásként élem meg, és a lelkem mélyéig hálás vagyok, hogy azt mondhatom: »Vera Rubin az édesanyám.«”

Karl: „Nem tudom pontosan, mikor jöttem rá, hogy nem mindennapi, ha az ember két tudós házában nő fel. Kiskoromban azt képzeltem, majdnem minden felnőtt tudós, és a csillagászat női foglalkozás. [...] Sohasem erőltették, hogy kutatók legyünk, de ez tűnt természetesnek. [...] Most már látom, hogy ha az embernek olyan szülei vannak, akik ismerik ezt az életet, és erre bátorítják, előnyhöz jut a diáktársai többségével szemben.”

Allan: „Azt hiszem, nem véletlenül lett mind a négy gyerek kutató. Élénken él az emlékezetemben, ahogy anyám és apám a méretes ebédlőasztalon kitergetett papírjait tanulmányozza. [...] Amikor elég nagy lettem, megértettem, hogy ha még vacsora után is ugyanazt akarják csinálni, amit egész nap a munkahelyükön, akkor biztosan érdekes a munkájuk.”

A Vera Rubinnal való személyes találkozás és későbbi levelezéseink olyan belső harmóniáról tanúskodnak, amelyet külső elismerések, kitüntetések vagy díjak sohasem teremthetnek meg. Vera így fogalmazta meg *ars poeticáját*:

A feleség, szülő, csillagász szerepek kombinációja tesz igazán boldoggá. Önmagában egyik sem adna ekkora örömet. Szeretem a kutatást, mert végtelen kíváncsiság él bennem a világegyetem működése iránt, és nem érezném jól magam a Földön, ha nem próbálnék még többet megtudni róla. A mindennapos szellemi kielégülés miatt érzem olyan csodálatosnak a kutatói pályát. A távcső mellett töltött hideg, sötét éjszakák életem legszebb pillanatai közé tartoznak.¹⁰

MARGARITA SALAS

Molekuláris biológus



Margarita Salas 2007-ben Madridban
(Margarita Salas szívességéből)

Az Eladio Viñuela és Margarita Salas alkotta tudós házaspár nagy szolgálatot tett a spanyol tudománynak. Miután mindketten tapasztalt kutatóvá értek az Egyesült Államokban, 1967-ben visszatértek Spanyolországba, ahol elindították a molekuláris biológiai kutatásokat. Munkájuk azonban a határokon túl is éreztette hatását. Amikor 1999-ben Eladio Viñuela meghalt, ezt írta róluk a *Nature*: „Új mentalitást és új kutatási stílust hoztak Spanyolországba. A kutató Viñuela és Salas jól kiegészítette egymást – Margarita szisztematikus gondolkodása és Eladio széles látókörű, fáradhatatlan szelleme vezette őket céljaik elérésében.”¹

Margarita Salas 1938-ban született Caneróban (Asztúriai Hercegség), Spanyolország északnyugati részén. Édesapja orvos, édesanyja tanár volt. Margarita egyéves lehetett, amikor Gijonba költöztek, amely szintén az asztúriai tengerpart mentén fekszik; ott töltötte gyermekkorát. Önéletrajzában írja: „Édesapám mindig azt mondta nekünk, hogy csak az egyetemi karriert hagyja ránk örökségül. Ennél jobb örökséget nem kaphattunk volna.”² Margarita a madridi Complutense Egyetemre járt, először kémiát tanult. Meghatározó momentum volt az életében, hogy megismerkedett Severo Ochoával, a világhírű tudóssal. Severo Ochoa és Arthur Kornberg nemsokára elnyerte az orvosi Nobel-díjat: egyikük a

ribonukleinsav (RNS), másikuk a dezoxiribonukleinsav (DNS) biológiai szintézisének tanulmányozásáért. Ochoa Margarita édesapjának barátja és távoli rokona volt. Margarita az ő hatására kötelezte el magát a biokémia mellett.

Severo Ochoa tanácsára Alberto Sols laboratóriumában készítette el doktori disszertációját. 1963-ban kapta meg PhD fokozatát a Complutense Egyetemtől. Alberto Sols a Cori házaspárnál tanult (róluk máshol esik szó a kötetben) a Washington Egyetemen, St. Louisban. Margarita kémiai tanulmányai közben ismerkedett meg későbbi férjével, Eladio Viñuelával, aki szintén Sols diákja volt. 1963-ban házasodtak össze. 1964-ben Margarita és Eladio poszt-doktorként érkezett Severo Ochoa laboratóriumába, a New York-i Egyetem orvosi karára (New York University School of Medicine). „A PhD-disszertációink készítésekor – emlékezett vissza Margarita –, bár mindkettőnk munkáját Alberto Sols irányította, saját kutatási témánk volt. Ennek ellenére gyakran együttműködtünk, és több közös cikkünk született ebben az időben. Severo Ochoa két különböző csoportban helyezett el bennünket, és egymástól független munkát kaptunk. Egyszer azonban összedolgoztunk, és ebből közös publikációink is lett.”³



Margarita Salas és Eladio Viñuela 1967-ben Extremadurában, Spanyolország (Margarita Salas szívességéből)

Három évig maradtak az Ochoa-laboratóriumban. „Feledhetetlen az Ochoa laborjában töltött időszak. Nemcsak a molekuláris biológiát tanította meg nekünk (Eladiónak és nekem), [...] hanem a kísérleti munkában megkövetelt szigorúságát, a kutatás iránti elkötelezettségét és lelkesedését is.”⁴

1967-ben úgy döntöttek, visszatérnek Spanyolországba, és a Spanyol Országos Kutatási Tanács (CSIC) munkatársaiként megkezdik a molekuláris biológiai

kutatásokat. Ez új terület volt Spanyolországban, és nem tudták biztosan, hogy kapnak-e kutatási támogatást. Előző nyáron részt vettek egy fágokról rendezett nyári iskolán a Cold Spring Harbor-i Laboratóriumban (CSHL), Long Islanden, ami segített első projektjük, a $\Phi 29$ bakteriofág vizsgálatának kiválasztásában. A bakteriofágot gyakran csak fágoknak nevezik; olyan vírus, amelyik baktériumokat fertőz meg, és a vírusgazdában szaporodik. A fágok nukleinsavakból állnak, amelyeket fehérjeburok vesz körül. Margarita és Eladio „fágja” viszonylag kicsi, de nagyon bonyolult szerkezetű. Korábban nem sokat tanulmányozták, ami fontos szempont volt; az új kutatási projekt elindításához, amelyhez a kutatási feltételeket is meg kellett teremteniük, nem hiányzott a verseny. „Spanyolországban nehezen kezdődött meg a munka. Egyáltalán nem adtak pénzt a kutatásokra. A CSIC-től mindössze fizetést kaptunk. Csak az orvosi kutatásokat támogató amerikai Jane Coffin Gyermekealaptól (Jane Coffin Childs Memorial Fund for Medical Research) átutalt összeg segített rajtunk. Enélkül nem indulhatott volna meg a spanyolországi kutatásunk.” A házaspár lelkesen vetette magát a munkába, és hamarosan, 1971-ben, már a *Nature*-ben jelent meg cikkük. A kettős hélix híres felfedezőinek egyike, a Cold Spring Harbor-i Laboratórium igazgatója, Jim Watson meghívta Margaritát a következő Cold Spring Harbor-i Szimpóziumra.

Margarita és Eladio közös kutatása jól haladt. Eladióban azonban felmerült, hogy ha továbbra is együtt dolgoznak, veszélyeztethetik Margarita tudományos karrierjét. Margarita erről is mesélt:

Egy ideig együtt dolgoztunk a $\Phi 29$ bakteriofágon. A csoportunkban nem volt problémám, de a többi kollégának „csak” Eladio Viñuela felesége voltam. Saját magamért senki sem ismert el. Eladio nagyvonalúan engem is előtérbe akart állítani. Ezért 1970-ben új kutatás elindítása – az afrikai sertésláz vírus tanulmányozása – mellett döntött, és lassanként abbahagyta a $\Phi 29$ fágos munkákat. Egy darabig még együtt dolgozott velem a $\Phi 29$ fágon, de csak részmunkaidőben, másodállásban. Később teljesen abbahagyta a fágkutatást, ettől kezdve egyedül én irányítottam a munkát. Ezután már nem folytattunk közös kutatásokat; persze, állandóan segítettem nekem. Mindig elmondom, hogy nemcsak a férjem, hanem a legjobb tanárom is ő volt.

Később Spanyolországban is hozzájutottak kutatási támogatáshoz. 1977-ben átköltöztek a CSIC-hez és a Madridi Autonóm Egyetemhez tartozó molekuláris biológiai központba, amelyet Severo Ochoáról neveztek el. „Pár évvel ezelőtig elég rendes összegeket kaptunk, bár Spanyolország sohasem emelte a bruttó nemzeti jövedelem 1,3 százaléka fölé a kutatástámogatást. A mostani költségve-

tési megszorítások miatt nagyon sokat lefaragtak a támogatásból, az utóbbi négy évben körülbelül negyven százalékot. Ma már rettenetesen kevés pénzt kapunk, sok nívós kutatócsoport el is veszítette a támogatását.”

Margarita körülbelül negyvenöt évig tanulmányozta ezt a bizonyos bakteriofágot. Ő és munkatársai is sok fontos eredményhez jutottak el.

A laboratóriumomban a $\Phi 29$ fág DNS-replikációját és a $\Phi 29$ DNS átírásának szabályozását vizsgáljuk. Az átírás szabályozásban azokat a mechanizmusokat tanulmányozzuk, amelyek révén a $\Phi 29$ gének kifejeződése aktiválódik vagy gátlás alá kerül a fág fejlődése során. Leírtunk egy kulcsfághérijét, amely részt vesz ebben a folyamatban.

A $\Phi 29$ DNS replikációjának vizsgálatakor az volt az egyik legfontosabb eredményünk, hogy olyan fághehérjét találtunk, amely kovalensen kötődik a fág DNS-éhez. Később kiderült, hogy ez a fehérje primerként vesz részt a $\Phi 29$ DNS replikációjának elindításában. Ez a replikáció elindításának korábban ismeretlen mechanizmusa.

Szintén fontos eredmény volt annak a felismerése, hogy a $\Phi 29$ -cel kódolt DNS-polimeráz – három tulajdonsága miatt – nagyon hasznos a biotechnológiai alkalmazások, elsősorban a DNS-sokszorozás számára. Az egyik ilyen tulajdonság a nagy „processzivitás”: az enzim úgy tudja katalizálni az egymást követő reakciókat, hogy közben nem engedi el a szubsztrátját. Ezenkívül az enzim száláthelyeződést (strand displacement) tud előidézni, a kettős hélix felnyitása érdekében, és nagyon pontosan működik. A $\Phi 29$ DNS-polimerázt szabadalmaztattuk; a cirkuláris DNS és a lineáris genom-DNS sokszorozására szolgáló reagenskészletek forgalmazása rendes bevételt termel az Amersham Biosciences nevű cégnek.

Margarita huszonnégy évig tanított molekuláris genetikát a madridi Complutense Egyetemen. Csak akkor hagyott fel az oktatással, amikor 1992-ben a Severo Ochoa Molekuláris Biológiai Központ igazgatója lett. Számos kitüntetés, elismerés kapott, például a Ferrer Alapítvány Severo Ochoa kutatási díját (1986), az I. Jakab kutatási díjat (1994), és 2000-ben elnyerte a L'Oréal–UNESCO díját, amellyel eredményes kutatónőket jutalmaznak. A Spanyol Királyi Tudományos Akadémia, a Spanyol Királyi Akadémia, számos külföldi akadémia, többek között az Amerikai Tudományos Akadémia külföldi tagja. A molekuláris biológia iránti elhivatottsága és eredményei elismeréseként I. János Károly király a Canero márkinéja címet adományozta neki 2008-ban. Ez öröklődő cím – Margarita egyetlen lánya, Lucía fogja örökölni. „Én döntöttem úgy, férjemmel

egyetértésben, hogy addig nem vállalok gyereket, amíg nincs sínen a csoportom. Harminchét éves voltam, amikor a lányom megszületett” – mondta Margarita. Lucía kommunikációs területen dolgozik.

Margarita diákévei az 1950-es évek közepére estek. Akkoriban vajon mindennaposnak számított, hogy egy lány természettudományt tanul egy spanyol egyetemen? Kérdésekre Margarita azt válaszolta, hogy a hallgatók körülbelül egyharmada lány volt, és nem tapasztaltak diszkriminációt. Csak férfiak tanították őket, nők legfeljebb a laboratóriumi asszisztensek között fordultak elő. PhD-disszertációja írásakor azonban „a témavezetőm nagyon komoly diszkriminációt alkalmazott velem szemben. Nem hitte el, hogy a nők képesek a kutatásra.”

Margarita doktori tanulmányai óta Spanyolországban meredeken nőtt a természettudományi szakokon tanuló lányok és a kutatónők száma. A női egyetemi tanárok aránya átlagosan tizenhét százalék, a docenseké harmincnégy százalék; ezek a számok megközelítik az európai uniós átlagot.⁵ A tudományos akadémiák tagsága így alakul: „A Spanyol Tudományos Akadémián jelenleg hárman vagyunk nők, és egyet most választanak meg. Ez nyolc százalékot jelent. Más akadémiák is léteznek: a Spanyol Gyógyszerészeti Akadémián az ötven tag között nyolc nő van, a Spanyol Orvostudományi Akadémián két nő szerepel az ötvenegy akadémikus között, a Spanyol Mérnöki Akadémián három az ötvenből az arány.”

MYRIAM P. SARACHIK

Fizikus



Myriam P. Sarachik 2000-ben a City College-ban, New York
(Hargittai Magdolna felvétele)

Myriam Sarachik 1950-ben kezdte meg tanulmányait a Barnard College-ban, egy New York-i női főiskolán, és úgy döntött, fizikára szakosodik. Az előadások kedvéért azonban át kellett járnia a Columbia Egyetemre, mert – egyetlen bevezető tárgy kivételével – a Barnardon akkor még nem tanítottak fizikát. Myriam a matematikát és a zenét is szerette, s annak ellenére akart fizikus lenni, hogy a fizikát találta a legnehezebb tárgynak: úgy érezte, édesapja is ezt választotta volna, ha módja lett volna rá. Myriam tehát kitartott elhatározása mellett, és 1954-ben fizikusdiplomát szerzett. Négy évtizeddel később az Amerikai Tudományos Akadémia (National Academy of Sciences of the United States, NAS) beválasztotta tagjai közé, ezután tíz évvel pedig elnyerte az Amerikai Fizikai Társaság (APS) elnöki tisztségét; ekkor került harmadszor nő az 1899-ben alapított intézmény élére. Myriam számos díjat és elismerést kapott a kondenzált anyagok fizikájában elért kísérleti eredményeiért, például szakterülete Oliver E. Buckley-díját és a L'Oréal–UNESCO kiemelkedő észak-amerikai kutatónőknek odaítélt díját (mindkettőt 2005-ben). Sokat dolgozik az emberjogi mozgalomban, és számos olyan bizottságnak a tagja vagy vezetőségi tagja, amely a tudósok emberi jogaiért lép fel.

Myriam Sarachik (leánykori nevén Morgenstein) 1933-ban született a belgumi Antwerpenben. Ortodox zsidó környezetben nevelkedett, ahol azt is megtanulták a gyerekek, hogy egy nőnek mit szabad és mit nem szabad. Hatéves korában családjának menekülnie kellett a németek elől, első próbálkozásuk azonban kudarcba fulladt:¹

...Calais felé gyalogoltunk, de ekkor a város már német ostrom alatt állt, és néhány napon belül a németek mögé kerültünk ahelyett, hogy magunk mögött hagytuk volna őket. Ezért visszafordultunk Antwerpenbe. Ez 1940 májusában történt. Később újra elindultunk, de elkaptak, amikor a németek által megszállt területől át akartunk szökni Vichy-Franciaországba, amely nem volt megszállva. Elvittek bennünket egy táborba, onnan egy másik táborba, végül sikerült megszöknünk, és valahogy eljutottunk Kubába. Nyolcéves voltam, amikor megérkeztünk. A következő hat évet ott töltöttük, 1947-ben emigráltunk az Egyesült Államokba. A bátyám Angliában kötött ki Calais bombázása alatt, de utánunk jött Kubába.

A főiskola előtt Myriam három országban is járt iskolába. Ezután már – a megszerzett tapasztalatok birtokában – bátran választott olyan hivatást, amely az akkori közgondolkodás szerint nem illett a nőkhöz. Az elsőéves fizikai laboratóriumi gyakorlatokon ismerkedett meg Philip Sarachikkal. A diploma megszerzése után összeházasodtak. Férje folytatta tanulmányait a Columbián, hogy a mesterfokozatot is elnyerje.

Egyszer csak az egyik tanár megkérdezte a férjemet, hogy nem érdekelné-e a PhD fokozat. Ez korábban eszébe sem jutott Philipnek. Ő is olyan családban nőtt fel, ahol egyáltalán nem vártak el ilyesmit a gyerekektől. A lehetőség azonban felvillanyozta, elgondolkozott rajta és igent mondott. Ezalatt én is jártam előadásokra, miközben a Columbia Egyetem IBM Watson Laboratóriumaiban dolgoztam, és majd' meghaltam, hogy ugyanezt csinálhassam! Erre akkoriban nemigen vetemedtek a nők. Viszont az egyik barátnőmnek fizika volt a főszakja, egy évvel fölöttem járt a Barnardon, és a Columbián tanult tovább, hogy fokozatot szerezzen – amit a világ legtermészetesebb dolgának tartott! Miért ne szerezhethék én is fokozatot? Ő sohasem rágódott azon, hogy szabad-e egyetemre járnia vagy sem, csak csinálta – akkor én miért ne csinálhatnám?! Eldöntöttem, hogy tanulok, és ezentúl csak azzal törődtem. Az IBM Watson Laboratóriumokban készítettem el a disszertációm, Richard Garwin vezetésével.

Myriam a szupravezetőkben írt PhD-dolgozatát, 1960-ban doktorált. Férje akkoriban változtatott munkát, így időt szakíthattak egy európai vakációra. Ez más volt, mint amikor Myriam a szüleiivel menekült. „Tizenhárom hét nekem rettentő hosszú. Kiskoromban annyit hurcoltak ide-oda, hogy nyugtalan voltam, szorongtam, de Philip élvezte az utazást!” Amikor hazatértek, Myriam az IBM Watson-laboratóriumában kapott posztdoktori állást; Richard Garwinnal dolgozott. Nemsokára terhes lett, ami megnehezítette a helyzetét: az IBM nem volt tekintettel a fiatal anyákra. Ezért kislánya megszületése után otthagya az IBM-et. Az AT&T Bell Laboratóriumoknál lett újra posztdoktor, New Jersey-ben.

Szörnyű nehezen találtam állást: senkinek sem kellett olyan nő, aki fizikából szerzett PhD-t és kisbabája van. Szóba sem akartak velem állni. Az egyik tanárom a Columbián, Polykarp Kusch* nagyon rendes volt. Először nem értette, miért akarok dolgozni, és fél órán át határozottan le akart beszélni róla. Aztán elfogadta, hogy – ki tudja, miért – ennyire ragaszkodom a teljes munkaidős álláshoz. Azt javasolta, dolgozzak legalább részmunkaidőben. Segített állást szerezni, én pedig felvettem valakit a gyerek mellé.

Myriamot 1964-ben adjunktusnak nevezték ki a City College-ban, amely a City University of New York (CUNY) része, azóta ott dolgozik. Munkája során a fizika néhány alapvető kérdésére keresi a választ. Ma is foglalkoztatják a fémszigetelő átmenetek, a két dimenzióban jelentkező fémes viselkedés és a molekuláris mágnesek.

Jól ismert, hogy a fémek vezetik az áramot, a szigetelők nem. A fémek és a szigetelők „között” vannak a félvezetők; ezek szigetelők ugyan, de ha bizonyos szennyezőanyagokat juttatnak a szerkezetükbe, vezetőkké válhatnak. Myriam és munkatársai azt tanulmányozták a kísérleteikben, milyen körülmények hatására kezd vezetni egy szigetelő. Ezeket a kísérleteket nagyon alacsony hőmérsékleten kell végrehajtani, az abszolút nulla fok közelében. Myriam csoportja számos anyagban meghatározta az átmenetek több fontos tulajdonságát.

Korábban lehetetlennek tartották, hogy két dimenzióban is kialakuljon fémes viselkedés. Myriam azonban nem utasította el ezt a gondolatot:

* Polykarp Kusch (1911–1993) 1955-ben fizikai Nobel-díjat kapott az elektron mágneses momentumának pontos meghatározásáért.

Egy konferencián Sergey Kravchenko arról tartott előadást, hogy fémes viselkedést fedezett fel egy nagy mozgékonyágú, kétdimenziós elektronrendszerben. Ez nekem rettenetesen tetszett. Kiderült, hogy nagyon nehéz elfogadtatnia az eredményeit, mert mindenki úgy tudta, hogy ilyesmi nem létezhet. Hamarosan állást kerestem, nálam pedig éppen felszabadult egy hely. [...] Remekül kiegészítettük egymást. Nagyon régóta dolgoztam ezen a területen, és a munkásságom talán legitimálta valamennyire Sergey eredményeit. Aztán együtt demonstráltuk, hogy az átmenet valóban végbemehet két dimenzióban.

Az előbb említett kétdimenziós rendszer vékony elektronréteg, amelyet szilárd testek határfelületén vagy speciális heterostrukturákban alakítanak ki. Myriam és munkatársai számos fontos felfedezést tettek ezekre a rendszerekre.

Myriam a molekuláris mágneseket is tanulmányozza. Ezek nagy mágneses momentumú fémklaszterek (például mangán- vagy vasatomokból). Nemcsak elméleti szempontból érdekesek, hanem azért is, mert talán felhasználhatók az információátvitelben és a kvantumszámítógépekben.

A fizikai kutatások mellett Myriam folyamatosan képviseli az emberi jogok védelmét. Mindig figyel az egyén jogainak tiszteletben tartására: „Nagyon hamar érzékelem az inkorrektiséget.” Az Elkötelezett Tudósok Bizottsága (Committee of Concerned Scientists) országos tanácsának tagja. Amikor még fennállt a Szovjetunió, odautazott, hogy „refusenikokkal” (otkaznyikokkal) találkozzon – olyan zsidókkal, akiknek a kivándorlási kérelmét megtagadták. Az Amerikai Tudományos Akadémián a Tudósok Emberi Jogi Bizottságának tagja. „Emberi jogi aktivistaként folytatott munkám hatásosságát súlyosan veszélyezteti, amit a 2000-es évek elején művelt a kormányunk: ezt brutálisnak, gyalázatosnak és megbocsáthatatlannak tartom.” Ezt érdekes példával illusztrálta. Az iraki háború idején egy évig ő töltötte be az Amerikai Fizikai Társaság (American Physical Society, APS) elnöki tisztségét.

Kemény dió volt, mert nemcsak elleneztem, hanem vadul elleneztem a történeteket, és úgy éreztem, semmit sem tehetek ellenük. Egy tudományos társaság elnökeként nem tartottam helyénvalónak, hogy kifejtsem a politikai nézeteimet, mert nem magánemberként léptem volna fel, hanem egy olyan társaság elnökeként, amelyik a tudományos életben vesz részt. Amikor olyasmi kerül szóba, mint az evolúció, feljogosítva érzem magam arra, hogy elmondjam, amit gondolok, de a politikai nézetek nem ebbe a kategóriába tartoznak – még akkor sem, ha úgy gondolom, hogy az APS tagjainak többsége egyetért az álláspontommal; ez azonban

nem általános a társaságban, és ami ennél is fontosabb: nem tartozik a társaság hatáskörébe. Nagyon rossz néven vették tőlünk, amerikaiaktól, amit csináltunk. Én képviseltem a társaságot a Spanyol Fizikai Társaság centenáriumán. Egy Nobel-díjas – ahelyett, hogy a tudományról beszélt volna – a neki szánt órában végig azt hangoztatta, milyen borzasztó, amit az Egyesült Államok művel. A hallgatóság, egyetértése jeléül, egy emberként tapsolt és dobogott a lábával. Amikor rám került a sor, odamentem a számítógéphez, és letöltöttem a hálóról annak a számos nyilatkozatnak a pontos szövegét, amelyet a társaság a politikai különbségek áthidalása és az emberek közötti kapcsolat megteremtése érdekében fogalmazott meg. Azt hiszem, ez fontos momentum volt.

Myriam nyolcvanévesen is folytatja a kutatást és többi tevékenységét. 2008-ban az Amerikai Tudományos Akadémia igazgatótanácsának tagja lett – lényegében itt hozzák meg az Akadémia összes fontos döntését. Számos tanácsadó testület tagja; még felsorolni is sok lenne. Nem megy el amellett, hogy a nők lassan „jelennek meg” a természettudományokban, különösen a fizikában. Tagja volt a Fizikusnők Státusza Bizottságnak. Az Amerikai Fizikai Társaság elnökeként lépéseket tett, hogy tegyék vonzóbbá a fizikát a fiatal nők számára. „Egy nőnek keményebbnek és kitartóbbnak kell lennie, mint egy férfinak. Ez biztosan érvényes volt a pályám kezdetén, és úgy gondolom, most is az. Ma a férfiak és a nők lehetőségei nem különböznek egymástól. A nőknek az emberek (és maguk a nők) megalapozatlan előítéletével kell szembenézniük, ami nem sokat változott.”

MARIT TRAETTEBERG

Kémikus



Marit Traetteberg 1996-ban trondheimi dolgozósobájában
(Hargittai Magdolna felvétele)

Még pályakezdő voltam, amikor Marit Traetteberg már nevet szerzett kutatási területünkön, a molekulaszervezet gázfázisú elektrondifrakciós meghatározásában. Sikereit nemcsak a szakterületen dolgozó kollégák, hanem hazája, Norvégia tudományos közösségének tagjai is elismerték.

Marit Traetteberg (1930–2009) Marit Krogstad néven született Ålesundban, Nyugat-Norvégia egyik tengerparti városkájában. Értelmiségi családban nőtt fel. Gyerekkora még a háborús évek ellenére is boldog volt. Középiskolai kémia-tanárának izgalmas órái nyomán határozta el, hogy kémikus lesz. A trondheimi műegyetemet választotta, de ehhez a tanulmányok előtt megkövetelték az egyéves szakmai gyakorlatot; ezt az oslói Norvég Bormonopóliumnál teljesítette. Itt kellett először saját lábára állnia: „Jó gyakorlati felkészülés volt, mert komolyan vettek; különböző részlegekben helyeztek el (sajnos, a műhelybe nem kerültem be, pedig nagyon szerettem volna – arról azt tartották, hogy nem lányoknak való), és sok élettapasztalatot szereztem. Egészen addig mindenkiel jóban voltam, amíg meg nem tudták, hogy a műegyetemre fogok járni. Akkor megváltozott a légkör. Az emberek távolságtartóbbak lettek, talán azt hitték, hogy később majd lenézem őket, mert ők nem jártak egyetemre, ami nagyon bántott.”¹

A lányok nemigen választották a műegyetemet az Oslói Egyetem helyett, de Marit erre a kihívásra vágott. Nem bánta meg; egy ideig a bloomingtoni Indianai Egyetemen, néha máshol is dolgozott, de pályája végig a műegyetemhez kötődött. A norvég rendszer minden tudományos fokozatának elnyerése után elérkezett az ottani tudományos elismerés csúcsához: a Norvég Tudományos Akadémia tagja lett. A műegyetemen magas vezetői beosztásokkal is megbízták. A gázfázisú elektrondiffrakciós kutatások területén a molekulák mozgásának és geometriájának együttes elemzésében érte el legfontosabb eredményét. Ez lehetővé tette a molekulaszervezet pontosabb meghatározását, különböző tulajdonságainak mélyrehatóbb megismerését.



Marit Traetteberg egy molekula modelljét tanulmányozza, Trondheimi Műegyetem, 1996
(Hargittai Magdolna felvétele)

A gázfázisú elektrondiffrakció területén Norvégiában volt a világ egyik vezető laboratóriuma. Ennek a történetéről kérdeztem Maritot.

Amikor ez az új terület megszületett, több tehetséges és lelkes kutató is „jó időben jó helyen” volt a tudományág norvégiai kibontakozásához. Elsősorban Odd Hasselre, Christen Finbakra és Otto Bastiansenre gondolok. Főként Bastiansenen múlt a kutatás felfuttatása; nagyon sok norvég és külföldi diák igyekezett bekerülni a csoportjába. Ragyogó tudós volt, de valószínűleg barátságos, nyitott személyisége is vonzotta az embereket. Szerettek vele dolgozni. Emellett más tényezők is szerepet játszottak. Nagyjából az elektrondiffrakciós laboratórium felállítása idején alapították meg a Norvég Kutatási Tanácsot, amely támogatta ennek

az új tudományos területnek a fejlődését. Otto Bastiansennek kiterjedt nemzetközi kapcsolatai voltak. Az 1940-es évek végén Linus Pauling laboratóriumában töltött egy évet. Én az ötvenes évek közepén kerültem hozzá. Emlékszem, mindig híres külföldi vendégeket fogadtunk, egészen kiemelkedő tudósokat, akik nemcsak előadást tartottak, hanem nálunk is maradtak egy ideig. Ez mindannyiunkat hihetetlenül inspirált. A sok nagyság közül most Linus Pauling, Dorothy Hodgkin, Kozo Kuchitsu, Yonezo Morino, Verner Schomaker jut eszembe.

Marit Jens Traetteberg fizikus felesége lett. Férje szinte egész életében a SINTEF-nél, Skandinávia legnagyobb kutatási szervezeténél dolgozott.

Hat évvel ezelőtt meghalt. Meg vagyok róla győződve, hogy tehetségesebb kutató volt nálam, mégis az én tudományos eredményeimet ismerték el jobban. Egy férfi ezt biztosan nehezen viseli el. De ő mindig örült a sikereimnek, ebből is látszik, milyen remek ember volt. [...] Vacsora mellett gyakran beszélgettünk a munkánkról. Egyszer, amikor a lányunk [Kari] tizenöt éves lehetett, megkérdeztük tőle, mit akar csinálni, ha nagy lesz. Kirobbant belőle, hogy azt biztosan nem, amit a szülei, akik halálra untatják a problémáikkal! Ekkor rájöttem, hogy valószínűleg többet beszélünk a munka közben felmerülő nehézségekről, mint a kutatás örömeiről. Kari előbb kertészként dolgozott, de később természettudományokat és matematikát tanult az egyetemen, és tanár lett.

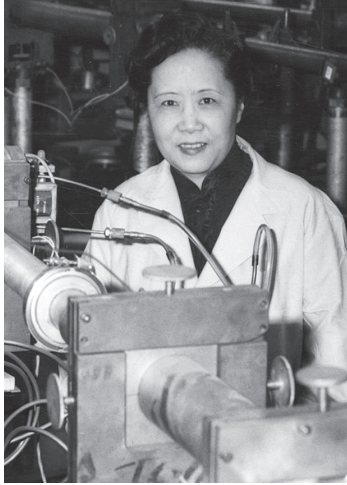
Norvégia különleges ország: sokkal több nő jelenik meg a társadalom minden egyes szintjén, mint máshol. Női miniszterelnökük is volt, és előfordult, hogy nők tették ki a kormánytagok felét. Marit büszke volt erre – nemcsak a tényre, hanem arra is, hogy ezt a norvég társadalom magától értetődőnek tartja. A kormány többféle intézkedést vezetett be; előírta például, hogy az összes állami bizottságban mindkét nemből legalább negyven százaléknak kell lennie. Ez természetesen csak néhány évtizeddel ezelőtt kezdődött. Amikor Marit fiatal volt, a kisgyerekes anyák még nem jártak dolgozni. Ez ma már magától értetődő.

Marit mindig nagyon tevékeny volt – nemcsak a kutatásban, hanem az élet más területein is. Még a doktori disszertációján dolgozott, amikor megszületett a kisbabája. Nem tudott rendes asszonyt szerezni a gyerek mellé, de csinálnia kellett valamit, hogy folytathassa a munkáját. Otto Bastiensen tanácsára az egyetemen kezdett el bölcsődét szervezni. Összefogtak a kisgyerekes diákok, és a saját kezükkel építették fel a bölcsődét, amely még majdnem ötven év után is áll.

Egy másik kezdeményezése abból fakadt, hogy előbb a férjénél, majd egy éven belül nála is rákot állapítottak meg. „Ez fordulópont volt az életünkben. Amikor rákos lettem, irtózatosan egyedül éreztem magam, semmit sem tudtam a betegségről. Aztán megismerkedtem egy nővel, aki hasonló cipőben járt, és rájöttünk, hogy milyen fontos lenne, ha tanácsot, támogatást kaphatnánk valakitől. Nemsokára mi magunk indítottunk el egy önkéntes szolgálatot. Érintkezésbe léptünk a Norvég Rák Társasággal, amely éppen akkor szervezett hasonló szolgálatot Oslóban. Támogatták a kezdeményezésünket, és azóta is részt veszek ebben a munkában.” Marit hosszú éveken át nagy lelki erővel és méltósággal harcolt a rák ellen, amely 2009-ben végül legyőzte őt.

CHIEN-SHIUNG WU

Kísérleti fizikus



Chien-Shiung Wu 1963-ban (a Smithsonian Intézet Levéltárának szívesességéből; Acc. 90-105 - Science Service, Records, 1920s-1970s; részlet az eredeti felvételtől)

A prominens kutatónőkről szóló előadásaimból néha kihagyom dr. Wut, mert az adott téma vagy közönség szempontjából másokat érdekesebbnek tartok. Ilyenkor valaki biztosan megkérdezi, hogy miért nem beszélek róla. Wu valóban rászolgált a hírnévre, mert nagy fizikus, és ő a Nobel-díj Bizottság igazságtalan döntéseinek egyik szimbóluma. Éppen ezért érdemes megvizsgálnunk a történetét.

Chien-Shiung Wu (1912–1997) Kínában született, egy Sanghaj közeli kisvárosban. Mérnök édesapja alapította a Ming-De Iskolát: ez volt az egyik első kínai iskola, ahol lányok is tanulhattak. Feleségével együtt belenevelték a gyerekeikbe, hogy a jó iskola kincset ér. Tizenegy éves korában Chien-Shiung Wu bentlakásos lányiskolába került egy közeli városba, Szucsouba. Elhatározta, hogy természettudományokat, elsősorban fizikát tanul, de az angolra is nagy gondot fordított. 1929-ben fejezte be a szucsoui tanulmányokat, ezután egy évet abban a sanghaji középiskolában töltött, amelyet Hu Shih professzor, az ismert tudós vezetett. Édesapján kívül ő gyakorolta a legnagyobb hatást az életére.¹ 1930-tól Chien-Shiung Wu Nankingban tanult, az Országos Központi Egyetemen. 1934-ben évfolyamelsőként nyerte el BSc fokozatát.

Egyévi tanítás után kezdett el kutatni a Kínai Tudományos Akadémián (Academia Sinica). Mentora – aki szintén nő volt – arra bátorította, hogy az Egyesült Államokban folytassa tanulmányait. Szülei támogatásával beiratkozott a Kaliforniai Egyetemre, Berkeley-be, ahol a Nobel-díj-várományos Ernest Lawrence Sugárzási Laboratóriumában folytatott doktori tanulmányokat fizikából. Itteni mentora egy másik jövődöbéli Nobel-díjas, Emilio Segrè volt. PhD-munkája során az urán hasadásakor keletkező radioaktív bomlást vizsgálta. Közben megtanulta, hogyan kell megtervezni egy kísérletet, hogyan kell végrehajtani a méréseket. 1940-ben nyerte el a PhD fokozatot, s mellé tudományos segédmunkatársi állást is ajánlottak Lawrence Sugárzási Laboratóriumában. Munkája a reaktormérgezés vizsgálata szempontjából is fontossá vált, mert felismerték, hogy a folyamat a ^{135}Xe xenonizotóp képződésének tudható be.

A berkeley-i évek alatt Chien-Shiung Wu megismerkedett Luke Chia-Liu Yuannal, aki ugyancsak fizikából készítette a PhD-disszertációját, és nemrégiben érkezett Kínából. A fiú a Kínai Köztársaság első elnökének unokája volt. Miután a Caltechen (Kaliforniai Műszaki Egyetem) megszerezte PhD fokozatát, Princetonban kínáltak neki állást. 1942-ben házasodtak össze, utána a keleti partra költöztek. Chien-Shiung Wu a Smith College-ben tanított, Northamptonban (Massachusetts állam). 1943-ban a Princetoni Egyetem ajánlott neki tanári állást. Ez is az „első” dolgok közé tartozott az életében: ő volt az első nő, aki tanári kinevezést kapott a Princetoni Egyetemen, ahová lányokat még fel sem vettek abban az időben! Korábban nem fordulhatott volna elő, hogy egy fiatal kínai bevándorlónő tanítsa az egyik legnehezebb tárgyat, a fizikát a princetoni fiatalembereknek. De a történelem átírta a szabályokat: a fizikusok többsége háborús fejlesztéseken dolgozott. 1944-ben Chien-Shiung Wut is felkérték, hogy vegyen részt a sugázmérők fejlesztésében, amit a Columbia Egyetemen működő Manhattan-terv tett szükségessé.

Chien-Shiung Wu megszerette a Columbiát, és élete végéig a fizika tanzékén maradt. A háború után folytatta a magfizikai kutatásokat. Elsősorban a béta-bomlás érdekelte. Erre a magreakcióra olyankor kerül sor, amikor az atommagban a neutronok száma a szokásosnál jobban meghaladja a protonokét, vagy ha a protonok kerülnek jelentős többségbe. A fölösleg miatt kialakuló instabilitás úgy szűnik meg, hogy egy vagy több béta-részecske – vagyis elektron vagy pozitron (pozitív elektron) – kilép a magból. Elektron kibocsátásakor egy neutron protonná alakul át az atommagban; pozitronkibocsátásakor az egyik protonból lesz neutron. A természetben többféle erőhatás figyelhető meg; a béta-bomlás a „gyenge kölcsönhatások” közé tartozik. A fizikusok sokáig nem találtak magyarázatot a béta-bomlásra. Wolfgang Pauli vetette fel, hogy léteznie kell egy neutrínó-tulajdonságú részecskének – a név már Enri-

co Fermitől származik, és Fermi dolgozott ki a béta-bomlásra olyan elméletet, amelyben a neutrínó is szerepet kapott. Elgondolását egészen addig nem tudták bizonyítani, amíg Chien-Shiung Wu meg nem tervezte azt a zseniális kísérletet, amely igazolta Fermi elméletét. Chien-Shiung Wu híressé vált fizikus körökben.

A paritásértést bizonyító kísérlete tovább növelte hírnevét.² A paritás az elemi részecskék alapvető tulajdonsága, a részecske tükrözéskor mutatott viselkedését jelzi; mindennapos szóhasználat: egy részecske vagy folyamat és a tükröképe közötti kapcsolatra utal. Egy jobbmenetes csavar tükröképe balmenetes csavar. Ennek mintájára: egy óramutató járásával megegyező irányban pörgő részecske tükröképe az óramutató járásával ellenkező irányban pörög. Korábban a fizikusok feltételezték, hogy a paritás megmarad, tehát egy részecske paritása nem változik meg a részecske bomlása vagy képződése közben. Elkönnyvelték, hogy az elemi részecskék világában jobb-bal szimmetria áll fenn.

Néhány fizikusban mégis felötlött, hogy a paritásmegmaradás nem olyan általános jelenség, mint gondolták. Két kínai-amerikai fizikus, T. D. Lee, aki a Columbia Egyetemen dolgozott, és C. N. Yang, a Princetoni Institute for Advanced Study (Magas Szintű Tanulmányok Intézete) munkatársa felfigyelt arra, hogy míg a paritásmegmaradást számos esetben kimutatták az erős kölcsönhatásokban, a gyenge kölcsönhatások esetében semmilyen kísérletben nem vizsgálták a jelenséget.³ Lee és Yang a *Physical Review* 1956. október 1-jei számában jelentette meg híres dolgozatát, amely „A paritásmegmaradás kérdése a gyenge kölcsönhatásokban” címet viselte. A cikkben röviden tárgyalták, hogy a paritás sérülhet a gyenge kölcsönhatásokban, és kísérleteket is javasoltak a feltevés ellenőrzésére.

Lee és Wu ugyanazon a tanszéken dolgozott, s már 1956 tavaszán szóba került köztük a paritás megmaradásának tesztelése.⁴ Felvetődött például egy olyan kísérlet ötlete, amelyben a béta-forrásként ismert Co-60 kobaltizotópot használnák. Chien-Shiung Wu felismerte, hogy a perdöntő kísérletet egy béta-bomlással foglalkozó fizikus számára „találták ki”. A ritka lehetőség kedvéért még az utazását is lemondta, pedig egy európai fizikai konferencia után Kínába ment volna, amelyet pontosan húsz évvel korábban hagyott el.

Később derült ki, hogy a paritásmegmaradás kísérleti bizonyításának – vagy elvetésének – lehetősége két másik csoportot is lázba hozott. Ők is rögtön munkához láttak, de egészen más kísérleti jelenséget választottak, mint Wu. Az egyik csoport két vezető fizikusa Richard Garwin és Leon Lederman volt a Columbia Egyetemen, a másiké Jerome Friedman és Telegdi Bálint a Chicagói Egyetemen (Lederman és Friedman később más kutatásaiért Nobel-díjat kapott, de Garwin és Telegdi is hasonló kaliberű tudós volt).

Chien-Shiung Wu azonnal nekilátott kísérlete megtervezéséhez. Bonyolult feladatra vállalkozott, mert két olyan módszert kellett kombinálnia, amelyeket azelőtt sohasem használtak együtt. A béta-bomlás vizsgálatához már jól értett, de a kísérlethez nagyon alacsony hőmérsékletet (közel abszolút nulla fokot) kellett előállítani, amire a Columbia Egyetemen nem volt mód. Egyik kollégájához, Ernest Amblerhez fordult, aki a washingtoni Nemzeti Szabványügyi Hivatalban (National Bureau of Standards, NBS^{*}) dolgozott. Nála működött egy alkalmas berendezés, és a magorientációs kísérletekhez is értett.⁵ 1956 szeptemberében Wu és Ambler három újabb NBS-munkatársat kért fel, hogy vegyen részt a munkában. 1956. december 27-én az NBS-beli kollégák már érzékelték az aszimmetria első jeleit a kísérletben. A hír hallatán Chien-Shiung Wu Washingtonba sietett. Néhány nap múlva, ismét New Yorkban, Lee-nek és Yang-nak beszámolt a sokat ígérő előzetes eredményekről.

Hosszú, lelkiismeretes munka után Wu és NBS-beli kollégái 1957. január 10-én fejezték be a cikküket. Időközben, a híres „hétvégi kísérletben”, Garwin és Lederman ciklotronos vizsgálata kimutatta, hogy a polarizált müonok bomlása során sérül a paritás. Január 15-én a Columbia Egyetem fizika tanszéke sajtótájékoztatón jelentette be a világnak, hogy a fizika egyik alaptörvénye, a gyenge kölcsönhatások paritásmegmaradása megdőlt. A Wu-csoport és a Garwin-Lederman-csoport kísérleteit ismertető beszámolóik egymás után jelentek meg a *Physical Review* 1957. februári számában.^{6,7} A harmadik dolgozat, amelyben Friedman és Telegdi szintén a paritásértés kísérleti igazolását ismertette, nem sokkal később került nyomdába.⁸

Lee és Yang 1957-ben Nobel-díjat kapott. Ez volt a Nobel-díj történetének egyik leggyorsabban odaítélt díja, hiszen publikációjuk csak az előző év októberében jelent meg. Az elméleti munkán alapuló cikk *feltételezte*, de *nem bizonyította* a paritásértést. A Columbia Egyetem 1957. január 15-i sajtótájékoztatója, amelyen bejelentették a paritásértés kísérleti bizonyítását, hozzájárulhatott a díj elnyeréséhez, mivel a díjazottak jelölését január végéig kellett benyújtani.⁹

Izgalmas kérdés, hogy miért nem került be Chien-Shiung Wu az 1957-ben kitüntetett Nobel-díjasok közé. Végül is volt még „szabad hely”, hiszen a Nobel-díj alapszabálya szerint minden kategóriában legfeljebb három személy között lehet megosztani a díjat. Wu elmaradt Nobel-díja gyakran szóba kerül, és időről időre olyan igazságtalanság példáját testesíti meg, amelyet egy kutatónővel szemben követett el a Nobel Bizottság.

* Mai neve: Szabványügyi és Technológiai Hivatal (National Institute of Standards and Technology, NIST).

Mindenekelőtt le kell szögezni, hogy a kísérleti fizikusok a szabályok miatt nem jöhettek szóba az 1957-es díj esetén. Ezek előírják, hogy a díjazott munkát a díj éve *előtt* kell publikálni, viszont az összes kísérleti beszámoló 1957-ben jelent meg. Ha a Nobel Bizottság várt volna egy évet, azzal a kényes feladattal kellett volna szembenéznie, hogy több jelölt közül kell egyet kiválasztania. Az NBS-kísérletet gyakran „Wu-kísérlet”-nek nevezik, de Ambler ugyanúgy szóba jöhetett volna a díj megvitatásakor, mint Wu, és a másik két kísérlet résztvevőit is számba kellett volna venni. Lee és Yang munkáját azért emelték ki a Nobel-díj odaítélésakor, mert ők ketten szakítottak az általános paritásmegmaradás tételével, és ők tették fel a kérdést. Lederman szerint Lee és Yang „azért ért el áttörést, mert feltételezte, hogy különböző erők is létezhetnek, és ezek másfajta szimmetriával rendelkeznek. Ez fantasztikus meglátás volt.”¹⁰

A Nobel-díjtól függetlenül is feltehetjük a kérdést, hogy kitűnt-e Wu a többi kísérleti szakember közül. A válaszhoz sok apró részletet kell megvizsgálnunk. Ezek a részletek nem érdektelenek, és annyira izgalmasnak találtam Wu történetét, hogy úgy döntöttem, alaposan utánajárok. Tanulmányoztam a szakirodalmat, 2012-ben pedig kapcsolatba léptem a kísérletek összes, ma is élő fizikus résztvevőjével. Most csak röviden térek ki kutatásom néhány eredményére, de egy fizikai folyóiratban részletesen beszámoltam ezekről.¹¹

Wu vetette fel elsőként a béta-bomlásos kísérletet 1956 nyarának elején, a mérések viszont csak szeptemberben indultak meg. Telegdi és Friedman 1956. nyár végén kezdte el a kísérletét – nem tudtak a többi próbálkozásról –, a munka folytatása azonban késlekedést szenvedett.¹² Nagy valószínűséggel az NBS-csoport észlelte a paritásértés első valódi jeleit december 27-én, de időre volt szüksége, hogy bizonyítsa a bonyolult kísérletben született felfedezést. A sikerrel kecsegtető előzetes eredmények hallatán hajtotta végre Garwin és Lederman a kísérletét 1957. január elején – a bizonyíték „pillanatok alatt” megszületett; január 8-án, hajnalban befejezték a méréseket. Az ő nevükhöz fűződik az első perdöntő kísérlet, még aznap meg is írták a cikküket. Wu és munkatársainak dolgozata csak január 10-én készült el. A két csoport ugyanazon a napon nyújtotta be a kéziratát, mindkettő január 15-én érkezett be a folyóirathoz. Telegdi és Friedman beszámolóját két nap múlva, január 17-én kapta meg a lap. Természetesen mind a három cikk szerzői elismerést érdemelnek, mert keményen dolgoztak, munkájuk mögött nagy szellemi teljesítmény áll, és olyan kísérletbe vágtak bele, amelyet a fizikusok többsége időpocsékolásnak tartott – vagy azért, mert nem hitt a paritásértésben, vagy azért, mert ha elfogadta is, hogy lehet benne valami, mérhetetlenül kicsinek gondolta a hatást.

A következő kérdés: hogyan hasonlítható össze Chien-Shiung Wu és az NBS-csoport szerepe a Co-60-as kísérletben? Val Fitch, aki a töltés-paritás szimmet-

riasértés (CP-sértés) felfedezéséért megosztott fizikai Nobel-díjat kapott 1980-ban, ezt válaszolta a kérdésemre: „A Co-60-kísérletben [...] öt ember vett részt, és mindannyiuk munkája fontos volt. Többnyire Wu asszonynak tulajdonítják az eredményt, de véleményem szerint a tárgyilagosság megkövetelné, hogy ugyanúgy elismerjék a többiek teljesítményét is, mert nélkülük nem sikerült volna a kísérlet.”¹³

Az NBS-kísérlet ma is élő résztvevőivel folytatott beszélgetéseimből azt szűrtem le, hogy Chien-Shiung Wu és a Columbia Egyetem szerepét valószínűleg túlértékelték a felfedezést követő első eufóriás napokban. A sajtótájékoztatót a Columbia Egyetemen tartották, ahol Wu professzor volt; ő javasolta a kísérletet, és nagyon jól hangzott „a Wu-kísérlet” elnevezés. A rövid beszámolóban figyelemtelenségek is feltűnnek. Érdekes módon meg sem említik, hogy a kísérletek az NBS-ben folytak; a mindössze kétoldalas cikk rövidsége nem indokolja ennek az információnak az elhagyását. Így az olvasó arra gondolhat, hogy a Columbián került sor a kísérletekre.

Wu érdemeihez valamit mindenképpen hozzá kell még tennünk az NBS-kísérlet kapcsán. A tudományos és a laikusoknak szóló beszámolók szinte egyöntetűen azt írják, hogy Chien-Shiung Wu csak *azután* határozta el a béta-bomlási kísérlet kivitelezését, amikor az már megjelent Lee és Yang javaslatai között a híres cikkben. A dokumentumok szerint azonban eredetileg Wu ajánlotta Lee-nek ezt a kísérletet, mert úgy érezte, alkalmas lehet Lee és Yang elgondolásának igazolására. Ez jóval a Lee–Yang-cikk publikálása előtt történt.¹⁴

Összegezve az eddigieket: Chien-Shiung Wu nagyszerű munkája hozzájárult ahhoz, hogy a gyenge kölcsönhatások esetén elvesse a paritásmegmaradást. De amikor azt mondják, hogy Wut igazságtalanság érte, mert nem kapott Nobel-díjat Lee-vel és Yanggal, túlságosan leegyszerűsítik a felfedezés bonyolult történetét.

A paritásértési kísérlet után Wu ugyanolyan lelkesen és elkötelezetten dolgozott, mint azelőtt. Egy másik fontos munkájában az anyag szimmetriatulajdonságait vizsgálta kollégáival a Columbián. Megmutatták „a gyenge és az elektromágneses áramok közötti szimmetriát – ez a sarokkő hiányzott ahhoz, hogy ezt a két alapvető erőt az elektrogyenge erőben egyesítsék”.¹⁵ Wu később részecskefizikai kutatásokra tért át – szubatomi részecskéket tanulmányozott –, és a kondenzált anyagok fizikájában is folytatott vizsgálatokat; munkájához sokféle kísérleti eljárást vett igénybe.

Chien-Shiung Wu tanított is, és nem csak fizikát: azoknak a magas szakmai követelményeknek a fontosságát is közvetítette, amelyekhez egész pályája alatt igazodott. Férje, Luke Chia-Liu Yuan a Brookhaveni Nemzeti Laboratóriumban dolgozott. Fiuk, Vincent szintén magfizikus lett. Wu és férje büszke volt kínai

származására. Wu segített a kínai és a tajvani tudományos infrastruktúra kialakításában. 1997-ben halt meg. Férje ezután számos emléktárgyat adományozott a kínai Nandzsingban működő Délkeleti Egyetemnek, ahol Chien-Shiung Wu Emlékcsarnokot létesítettek. Nyugdíjba vonulása után Yuan hozzájárult a tajvani Szinkrotronsugárzási Kutatóközpont megalapításához.

Chien-Shiung Wu szerencsés volt, mert még életében megtapasztalhatta, milyen nagyra tartják tudományos eredményeit a kollégái, sőt a laikusok is. Ismerősei elmondása szerint sohasem érzékelt diszkriminációt. Számos díjjal jutalmazták, kellően elismerték a munkásságát. Gyakran ért fel „első”-ként egy magaslatra. Ő volt a Princetoni Egyetem első női tanára (1943). A Columbia Egyetemen őt véglegesítették először a női oktatók közül a fizika tanszéken (1952), ő lett az első női professzor (1958), és első nőként kapta meg a Michael I. Pupin fizikaprofesszori kinevezést (1972). Ő volt a Princetoni Egyetem első női tiszteletbeli doktora (1958). 1978-ban ő kapta meg az első fizikai Wolf-díjat Izraelben. Szintén őt választották meg az Amerikai Fizikai Társaság első női elnökének (1975). A felsorolt és a most nem említett elsőségekén kívül is számos kitüntetésben, elismerésben részesült: beválasztották az Amerikai Tudományos Akadémiába (1958), Ford elnöktől megkapta a Nemzeti Tudományos Érmét (1976), és – halála után – beiktatták a Nők Nemzeti Dicsőségcsarnokába (1998). Kitartása, tudásvágya, a kísérleti munkában megmutatkozó érzéke és szigorúsága, diákjai iránti elkötelezettsége miatt minden tudományos pályát választó fiatal nő és férfi nagyszerű példaképe lehet.

ROSALYN YALOW

Orvosfizikus



Rosalyn Yalow 1998-ban
(Hargittai István felvétele)

Az évente ismétlődő Nobel-ünnepségek fénypontja a díjátadó ünnepség, amelyet a Nobel-bankett követ. A bankett díszvacsorával kezdődik és tánccal fejeződik be. A vacsora vége felé, szokás szerint, minden kategória egyik új díjazottja kétperces beszédet tart. 1977. december 10-én a három élettani vagy orvosi Nobel-díjas közül Rosalyn Yalow mondhatta el néhány gondolatát. Amikor eljön a beszéd ideje, a Stockholmi Egyetem egyik diákja odamegy a díjazott asztalához, és felkíséri a kitüntetettet a pódiumra. 1977-ben a diák észrevette, hogy az ülésrendjén két dr. Yalow szerepel, és úgy gondolta, dr. Aaron Yalow-hoz, Rosalyn férjéhez kell szegődni. Odalépett tehát Aaron székéhez. Rosalyn észrevette a tévedést, elmosolyodott, mondott pár szót a mellette ülő svéd királynak, felállt, és egyedül indult el a pódium felé. Az asztal másik oldalán álló diák észrevette a hibát, az asztal végénél csatlakozott Rosalynhoz, aki kedvesen súgott neki valamit, majd fellépett az emelvényre, és megtartotta a beszédét. A diák hibája érthető volt – akkor még ritkaságszámba mentek a Nobel-díjas nők.

Rosalyn Yalow (1921–2011) Rosalyn Sussman néven született egy New York-i, szegény, zsidó családba. „Édesanyám négyéves volt, amikor a családja megérkezett Amerikába, édesapám New Yorkban született. Mindketten szegény kelet-

európai bevándorlócsaládból származtak. Édesanyám hat, édesapám csak négy osztályt végzett, tehát még középiskolai oktatásban sem részesülhettek. Azt viszont eltökélték, hogy a gyerekeiknek egyetemre kell menniük. Én Bronxban jártam iskolába. Nem volt valami híres iskola, de jó tanárok tanítottak bennünket, és a diákok tanulni akartak.¹

Rosalyn kitűnt a többiek közül, a természettudomány szakos tanárok a szárnyaik alá vették, ő pedig hamarosan eldöntötte, hogy tudós lesz. A középiskola után a Hunter College-ba iratkozott be; ez a New York-i City College rendszerhez tartozott, és akkoriban női egyetem volt. A fizikát szerette a legjobban, és mire utolsó éves lett, szerencsére, főszaknak is választhatta a Hunteren: „Tulajdonképpen nekem indították a fizika főszakot” – mondta.² Tovább akart tanulni, de a kezdet nem sok jóval kecsegtetett. A Purdue Egyetem, ahol doktori tanulmányaihoz segítségül demonstrátori állásra pályázott, ezt írta vissza Yalow Hunter-beli tanárának: „[Yalow] New York-i, zsidó és nő. Akkor adunk csak neki demonstrátori állást, ha garantálja, hogy utána munkához jut.”³ Ezek után Rosalyn elkezdte keresgélni a kiskaput. Még a Hunter diákjaként talált egy titkárnői állást a Columbia Egyetemen, ami nagy előnnyel járt: a Columbia alkalmazottjai ingyen látogathatták az előadásokat. Ezt a bónuszt alaposan kihasználta.

A Hunter első fizika főszakosaként *summa cum laude* minősítéssel fejezte be tanulmányait 1941-ben. A háború miatt nagyobb eséllyel juthatott be az egyetemre, mint ha korábban jelentkezett volna. Sok évvel később így látta: „A háború miatt – sok más fiatal zsidó diákhhoz hasonlóan – egyetemre is mehettem. Miközben Európában meggyilkolták a zsidókat, Amerikában a háború jobbra fordította a zsidók és a nők sorsát.”⁴ Az urbanai Illinois-i Egyetemre iratkozott be. A mérnöki kar összes tanára és demonstrátora között ő volt az egyetlen nő. Az akkor kezdő fizikuscsoport diákjai közé tartozott Aaron Yalow, akihez később férjhez ment.

Rosalyn és Aaron Maurice Goldhaber doktorandusza lett. Goldhaber Németországból menekült Amerikába. Ragyogó fizikus volt, mag- és részecskefizikával foglalkozott. Később a Brookhaveni Nemzeti Laboratórium vezetésével bízták meg. Goldhaber felesége, Gertrude Goldhaber (róla szól a könyv egyik fejezete), szintén fizikus volt, és Maurice nagyon jól tudta, milyen nehéz egy nőnek felszínen maradnia a tudomány világában. „Doktori témának magfizikai kutatásokat választottam. Ez akkor a levegőben volt” – mondta Rosalyn.⁵ 1945-ben szerezte meg PhD fokozatát magfizikából.

1943-ban a doktori iskolás Rosalyn és Aaron összeházasodott. Aaron ortodox zsidó volt, ragaszkodott a kóser konyhához. Ez újabb terhet rótt Rosalynra, de nem ellenkezett. Aaron viszont megértette, hogy Rosalyn vinni akarja vala-

mire a diplomájával, és méltányolta a döntését. Ő nem érzett kedvet a kutatáshoz, főiskolai tanár lett, de mindig nagyon támogatta felesége ambícióit. 1992-ben halt meg.

Rosalyn hamarabb fejezte be a doktori tanulmányait, mint a férje, és visszament New Yorkba, hogy állást keressen. Egy rövid ideig tartó mérnöki munka után visszatért a Hunter College-ba, ahol fizikát tanított, de nem elégitette ki ez a tevékenység. Rosalyn kutatni akart. 1947 végén részmunkaidős állást kapott a bronxi Veterán Állami Kórházban (Veterans Administration Hospital), ahol radioizotópos szolgálatot kellett felállítania. Első dolgozósobáját egy kis kamrában rendezte be, ahol addig a takarítószerkeket tartották. Itt tervezte meg és állította össze a sugárzásmérő berendezést. Felfigyelt arra, hogy a radioizotópos nyomjelzés a gyógyítás rendkívül hasznos módszere, ezért a radioaktív izotópok alkalmazása távolról sem korlátozódik a rák kezelésére, noha akkoriban főleg csak arra használták. A módszer felfedezéséért Hevesy György kémiai Nobel-díjat kapott.



A fiatal Rosalyn Yalow a laboratóriumban (néhai Rosalyn Yalow szívességéből)

Rosalyn sokat tanult Rudolf Schoenheimer könyvéből, amely *The Dynamic State of Body Constituents* (A testet alkotó anyagok dinamikus állapota) címmel jelent meg 1942-ben. Schoenheimer 1941-ben öngyilkosságot követett el, de könyve nagy hatást gyakorolt a kutatók gondolkodására. Rosalyn hamarosan felmérte, hogy kollégára van szüksége, mégpedig belgyógyászra. Solomon A. Berson (1918–1972), a Veterán Állami Kórház új rezidens orvosának személyében találta meg a munkatársát. Így kezdődött el huszonkét éves közös kutatásuk.

Ennek során olyan felfedezések születtek, amelyek örökre megváltoztatták az endokrinológiát. Rosalyn így jellemezte a munkájukat:⁶

Sollal remekül kijöttünk. Évekig közös dolgozószobánk volt. Mindketten ültünk az íróasztalunknál, és folyton a munkáról beszéltünk. Az egyetemen nem tanultam biológiát. Ő megtanította nekem, amire szükségem volt biológiából és orvostudományból, én pedig mondtam neki néhány dolgot fizikából. Sok mindent tudott magától is, de orvos volt. Nagy előnyünk származott abból, hogy nem egyetemen dolgoztunk: sohasem versenyeztünk egymással.

Rosalyn kezdettől fogva agresszív, céltudatos és önfejtő volt. Azt mesélték, elsős korában összeverekedett a tanítójával, aki jó pár évvel azelőtt rosszul bánt a bátyjával. Solomon Bersont is rettentő agresszív és igényes embernek tartották. Hogyan bírták ki egymást? Rosalyn nyilvánvalóan felismerte Solomon tehetségét, képességeit, és azt is, hogy együtt nagyobb eséllyel válthatják valóra az álmait. Nagy ívű kutatásra, felfedezésekre vágyott, és bár észrevette Solomonban a férfi felsőbbrendűségi érzés jeleit, nem izgatta magát. Megengedte, hogy ő „kerüljön rivaldafénybe, [...] mert Sol abszolút rászolgált az elsőségre. [...] Akármit csinált, ő ragadta magához az irányítást. [...] Végére is nem volt semmi veszítenivalóm. Miért ne engedtem volna előre, ha ez neki fontos volt?”⁷

Ez bölcs stratégiának bizonyult. Lehet, hogy Solomon „hímsoviniszta”⁸ volt, de a fontos dolgokban mindig tisztességesen viselkedett Rosalynnal. Bár ő vitte a prímet, közös munkájuk során végig odafigyelt, hogy egyformán ismerjék el az érdemeiket. Cikkeikben váltakozva szerepeltek első szerzőként. Együtt jártak konferenciára, és mindketten részt vettek a vitákban. Kemények voltak; nem sok kellett ahhoz, hogy egyikük fölálljon, és megjegyzéseket fűzzön egy olyan előadáshoz, ami nem tetszett nekik, vagy közölje, hogy hülyeség az egész. Solomon egyenrangú partnernek tekintette Rosalyn-t, de régi vágású úriemberként a konferenciák társasági eseményein azt javasolta, hogy a feleségek között foglaljon helyet.

Munka közben házaspár módjára viselkedtek; saját nyelvet beszéltek, és ha egyikük elkezdett egy mondatot, a másikuk be tudta fejezni. Bár a kísérleteket együtt tervezték meg, Rosalyn állította össze és hajtotta végre őket. Gyakran rá hárult a titkárnői vagy a „női munka”: ő intézte a repülőjegy-foglalást, az adminisztrációt. Egyszer azt mondta az egyik barátjának: „Elfelejtettem megcsinálni Sol ebédjét.”⁹ Sok tudós (házas)párhoz hasonlóan remekül kiegészítették egymást. A kutatásban Solomon széles látókörű és romantikus volt, Rosalyn pedig logikus, matematikus gondolkozású, pontos és gyakorlatias. Solomon zseniális vezetőnek bizonyult, Rosalyn elfogadta a „női szerep”-et.

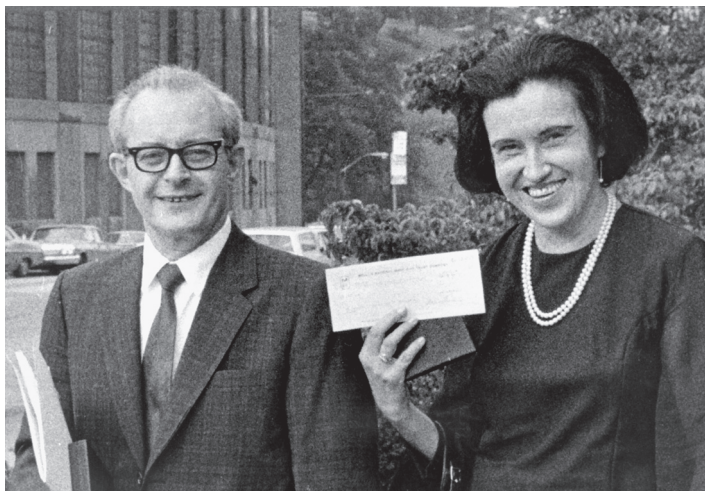
Első fontos közös eredményük az emberi vér mennyiségének *in vivo* meghatározására kidolgozott Yalow–Berson-módszer volt. Radioaktív nyomjelzőt juttattak a véráramba, és megmérték, milyen gyorsan csökken a radioaktivitás. A radioaktív anyag bomlási sebességéből megállapították a szervezetben levő vér mennyiségét. Nemsokára megszületett a következő nagy ötlet, a radioaktív nyomjelzés alkalmazása a pajzsmirigybetegségek diagnosztizálásában. Radioaktív jódot juttattak a véráramba, majd megmérték a kiürülési sebességet; ezen a területen még ma is az ő módszerük a legjobb.

Legismertebb felfedezésük abból a kutatásból nőtt ki, amelyben a nem kielégítő inzulinhatást vizsgálták 2-es típusú diabétesz esetén. Annak a betegnek, aki 2-es típusú diabéteszben szenved, elég inzulin van a vérben, de az inzulin mégsem segíti elő a cukor eltávolítását a vérből, ahol emiatt felhalmozódik a cukor. Rosalynék sertésből vagy szarvasmarhából származó inzulint juttattak az emberi szervezetbe, amelynek immunrendszere antitestek termelésével védekezett. Az antitestekről kiderült, hogy nagy gamma-globulin fehérjék. Ez is érdekes felfedezés volt, mert akkoriban azt hitték, hogy az inzulin túl kis molekula az antitesttermelés kiváltásához.¹⁰

Berson és Yalow elsőként írta le a cikkben, hogyan alkalmazhatók a radioizotópok az antigének és az antitestek közötti reakció tanulmányozására. Az antigén olyan anyag, amely antitestek termelődését indítja el, az „antigén” szó az „antitest-generátor” kifejezésből származik. Az igazán nagy ötlet az volt, hogy ha meg tudják mérni az inzulinhoz kötődő antitestek mennyiségét, akkor már az inzulin mennyisége is meghatározható. Az eljárást radioimmun-analitikának (radioimmunoassay, RIA) nevezték el.

A RIA hihetetlenül érzékeny módszer, ami nagyon fontos, mert a peptidhormonoknak, például az inzulinnak, rendkívül kicsi a vérbeli koncentrációja. „A RIA-módszer azért olyan specifikus, mert az antigén és a hozzá tartozó egyedi antitest pontos reakcióján alapszik. Az inzulin antitestje a vérmintában levő számtalan – sokszor milliárdszor nagyobb koncentrációjú – anyag közül csak az inzulint találja meg, csak ahhoz kötődik, és csak annak a mennyiségét méri. Ráadásul olcsó, és több ezer minta elemzése majdnem olyan könnyű és gyors, mint néhányé. A RIA korszakos felfedezés volt.”¹¹

Rosalynék megállhattak volna itt, de felismerték, hogy olyan módszer van a kezükben, amely gyakorlatilag korlátlanul alkalmazható. Ezért a korábbihoz hasonló energiával folytatták a munkát, és számos új alkalmazást találtak, például megmérték a vitaminok, szteroidok, prosztaglandinok, tumor-antigének, enzimek és vírusok koncentrációját a vérben. Meghatározták a hepatitisz B vírus mennyiségét, és ezzel a fertőző betegségek elleni harcban is bevetették a RIA-t. Az emberi növekedési hormon mennyiségének mérésével el tudták dönteni,



Solomon Berson és Rosalyn Yalow 1957-ben
(néhai Rosalyn Yalow szívességéből)

hogy a gyerekek fejlődésének korai szakaszában nincs-e szükség növekedési-hormon-kezelésre.

Ha a gyerekek pajzsmirigye nem működik kielégítően, mentálisan visszamaradottá válhatnak, és mire a szülők észreveszik a tüneteket, az agykárosodás már visszafordíthatatlan. A RIA-val az újszülöttek néhány csepp véréből megállapítható a rendellenesség, és a kezelést időben el tudják kezdeni. A RIA-val megmérhető a vér drogkoncentrációja, amiből eldönthetik, hogy használt-e valaki heroint, vagy szedtek-e a sportolók szteroidokat. A RIA forradalmasította az endokrinológiát és a klinikai gyakorlatot. Rosalyn Yalow és Solomon Berson önzetlenségét dicséri, hogy a módszert nem szabadalmaztatták. „Sollal felfedeztük a radioimmun-analitikát, ami eleinte lassan terjedt el. De tudtuk, hogy gyorsan feljut majd, mert nagyon érzékeny és hasznos eszköz. Szigorúan tartottuk magunkat ahhoz, hogy nem szabadalmaztatjuk, és mindent megteszünk a népszerűsítéséért. Tanfolyamokat szerveztünk, ahol megtanítottuk az orvosoknak a használatát.”¹²

Az 1960-as évek végén Berson állást változtatott. Javaslatára egy fiatal orvos, Eugene Straus csatlakozott Rosalynhoz. 1972-ben Solomon Berson szívinfarktusban meghalt. Ez szörnyű csapás volt Rosalynnak. Sok kívülálló, de még a közeli kollégák is azt hitték, hogy Berson éles elméjének köszönhetik a felfedezéseiket. Nem gondolták, hogy Rosalyn Yalow ugyanolyan teljesítményre képes egyedül, mint kettesben. Rosalyn egyik korábbi diákja, Mildred Dresselhaus

(róla is szól egy fejezet) azt mondta, ebben „a férfi-női párosban ő volt a nő, emiatt csak asszisztensnek tartották. A külvilág számára valóban mindig így jelentek meg, de a kettőjük közötti »belső« viszony más volt.”¹³ Ekkor már évek óta rebesgették a Nobel-díjukat, de Rosalynnak nem sok esélye maradt rá egyedül – addig még sohasem adtak Nobel-díjat a kutatópárok életben maradt tagjának, posztumusz Nobel-díj pedig nincs.

Yalow-t a makacssága mentette meg: elhatározta, hogy még egyszer megmutatja, mire képes. Laboratóriumukat Solomon Bersonról nevezte el, mert a későbbi publikációin is fel akarta tüntetni a nevét. Ez nagyon szép gesztus volt. Magára vállalta Berson számos kötelezettségét, és szokásos eltökéltségével folytatta a kutatást. A következő négy évben fiatal munkatársával, Eugene Strausszal körülbelül hatvan cikket publikált, és számos új felfedezést tett. 1975-ben az Amerikai Tudományos Akadémia tagja lett, 1976-ban elnyerte a rangos Lasker-díjat.

1977 októberében végre megérkezett a stockholmi telefonhívás – a peptid-hormonok radioimmun-analitikájának kidolgozásáért elnyerte az élettani vagy orvosi Nobel-díj felét. Rosalyn Yalow volt a második nő, aki Gerty Cori 1947-es kitüntetése után megkapta az orvosi díjat, és az első Amerikában született nő, aki természettudományos Nobel-díjban részesült. Eugene Straus azt írja róla szóló könyvében, hogy a díj megváltoztatta az életét és talán még őt is. Rosalyn úgy látta: „A Nobel-díj előtt senki sem hallott rólam. Miután megkaptam a díjat, rivaldafénybe kerültem: most már odafigyeltek rám.”¹⁴ Nagyon sok tiszteletbeli cím és díjat kapott; a Nemzeti Tudományos Éremet tizenegy évvel a Nobel-díj után vehette át. A kitüntetések tovább növelték az önbizalmát, aminek kedvezőtlen mellékhatásai is voltak: „finoman szólva nem csodálták egyöntetűen.”¹⁵ Rosalyn még kritikusabb és nagyképűbb lett, mint volt; gúnyosan, bántóan bírálta a többieket. Sohasem felejtette el, hogy a folyóiratok 1955-ben nem fogadták el a legfontosabb dolgozatukat. Úgy érezte, a Nobel-előadással visszavághat; az előadás írott változatában szerepel egy ábra, amely a *Journal of Clinical Investigation* főszerkesztőjének elutasító leveléből idéz.¹⁶

Az 1990-es években Yalow egészsége hanyatlásnak indult. Eugene Straus nagyon szépen írja le, hogyan harcolt a bénító sztrókok következményei ellen.¹⁷ Utoljára a Solomon A. Berson Kutatólaboratórium orvostudományi tanácsadói és igazgatói posztját töltötte be. Bár 1991-ben nyugdíjba vonult, a laboratóriumba továbbra is bejárt. 1998-ban beszélgettünk vele dolgozósobájában, a Veterán Állami Kórház laboratóriumában. „Három sztrókom volt – mesélte –, nehezen mozgatom a jobb kezemet, a jobb lábam részben megbénult. Azért rendszeresen bejárok ide, elolvasom a postámat; tájékozodom.”¹⁸ Továbbra is tartott előadásokat a tudomány szerepéről és a tudományos pályán dolgozó nőket érintő

kérdésekről. Felhívta a figyelmet az egyetemi bölcsődék fontosságára, amelyek elősegítik, hogy a fiatal anyák gyorsan visszatérhessenek a kutatáshoz.

Amikor Rosalyn férjhez ment Aaron Yalow-hoz, tudta, hogy nemcsak nagy felfedezésekre vágyik, hanem családra is: feleség és anya akar lenni. Addig várt a gyerekszüléssel, amíg meg nem bizonyosodott arról, hogy nem cserélhetik fel mással a laboratóriumban. A Yalow házaspárnak két gyereke született, Benjamin (1952) és Elanna (1954). 1998-ban Rosalyn így emlékezett életének erre a szakaszára:¹⁹

A férjem öt éve halt meg – csodálatos éveket töltöttünk együtt. Mindig nagyon támogatót. A Cooper Union College-ban tanított fizikát, itt, New Yorkban. Ő tanított, nem kutatott. Két gyerekünk van. Kicsi korukban, az 1950-es években, édesanyám sokat segített nekünk. Bébiszittereket is alkalmaztunk. Az első időben nálunk laktak, aztán csak napközben jártak hozzánk. Gyönyörű, ragyogó fekete asszonyok voltak. Délről jöttek New Yorkba, de nem tudtak tanulni, és így legalább pénzhez jutottak. Én meg haladhattam a munkámmal – nagyon szerencsésen alakult az életem. Ilyesmi ma már elképzelhetetlen.

A lányunk, Elanna nevelépszichológiát tanult, PhD-t is szerzett. San Franciscóban él, két gyereke van. Az országot járja, mindenhol bölcsődéket állít fel. A fiunknak, Benjaminszámítógépes munkája volt, de most nincs hivatalos állása. Együtt élünk.

Amikor a gyerekek nagyobbak lettek, a Yalow család csak néhány órára fogadott fel valakit melléjük, Rosalyn intézte az összes bevásárlást, ő főzött. Ebben régmódi volt; úgy érezte, „a háztartás a nő dolga”.²⁰ Hétvégén rendszeresen bevitte a gyerekeket a laboratóriumba, ahol az állatokkal játszhattak. Mindig szabaddá tette magát, amikor a szülők segítségét kérték a tanulmányi kirándulásokhoz. Bármilyen elkötelezett tudós volt – és ebben szakított a konvenciókkal, miközben magát és családját is óriási követelmények elé állította –, magánéletében kitarthatott a hagyományos női szerep mellett.

A diákjaival szintén anyáskodott. Mildred Dresselhaus mesélte nekem:²¹

Erős személyiség volt. Segített tudóssá érnem. Nagyon sokat várt el a diákoktól, és talán el is ijesztette azokat, akikről úgy gondolta, hogy semmi keresnivalójuk sincs ott. [...] Rosalynnak vannak rejtett tulajdonságai, de én ezeket is láttam. Nagyon tud anyáskodni. Amikor a pályám kezdetén tízperces előadásokat tartottam az Amerikai Fizikai Társaságban, mindig eljött a férjével együtt. Rendszerint bevásárlószatyrot cipelt, akár háziassz-

szonynak is nézhették volna. A férjét folyton magával vonszolta. [...] Ha szükségem volt valamire, biztosan számíthattam rá.

Rosalyn Yalow életének egyik érdekes aspektusa a férjéhez, illetve Solomon Bersonhoz fűződő viszonya. A Yalow házaspár – minden beszámoló szerint – nagyon szépen élt. Aaron büszke volt felesége sikereire, és amiben csak lehetett, segített. Tudott Rosalyn és Solomon kapcsolatáról, de nem izgatta magát miatta. Milyen is volt ez a kapcsolat? A kívülről gyakran azt hitték, hogy házasság; elválaszthatatlanok voltak a konferenciákon, együtt utaztak, két évtizedig egész munkaidejüket együtt töltötték. Straus szerint „intellektuális és tudományos házasságban éltek, de nem volt viszonyuk. Egyikük sem akarta. A Bersonhoz fűződő kapcsolat minden szexuális köteléknél fontosabb, stabilabb, sőt izgalmasabb volt Rosalyn számára, [...] a közös munka, az út közös kitaposása, Solomon ebédjének elkészítése rengeteget, mindennél többet jelentett neki.”²²

Rosalyn Yalow tehetséges, ambiciózus és agresszív nő volt. Az összes tulajdonságával élnie kellett, hogy legyőzze az élete különböző szakaszaiban elé tornyosuló akadályokat. Ezek a jellemvonások megsokszorozták az erejét. Az ő idejében ritka, rendhagyó módon törekedett arra, hogy sikeres fizikussá váljon, de még ennél is többre vágyott. Feleség és anya akart lenni, a szó hagyományos értelmében. Mindet akarta, és el sem tudta képzelni, hogy engedjen valamelyikből. Bár emberi kapcsolatai megszenvedték a sikerét, látványos magaslatokra ért fel. Fiatal hallgatóságát joggal biztatta így a kutatónők előtt álló lehetőségek megragadására: „Mindent elérhettek!”

ADA YONATH
Krisztallográfus



Ada Yonath 2002-ben Budapesten
(Hargittai Magdolna felvétele)

A BBC „az élet kémiájának Nobel-díja”-ként jelentette be a 2009. évi kémiai Nobel-díjat, amelyen Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz és Ada E. Yonath osztozott. A kutatók a riboszóma szerkezetének és működésének feltárásában elért eredményeikkel szolgáltak rá az elismerésre. A riboszóma hatalmas molekularendszer, találóan a sejt „fehérjegyára”-nak nevezik. A DNS-ben hordozott genetikai információt – egy másik nukleinsav, a hírvivő RNS „közbenjárásával” – a riboszóma lefordítja, majd elindulhat a fehérjék előállítása. A díj bejelentésekor közzétett történeti áttekintés Darwin általános evolúcióelméletéig nyúlt vissza, és megállapította, hogy a 2009-es Nobel-díj a harmadik volt azoknak a Nobel-díjaknak a sorában, amelyeket a darwini gondolatokat alátámasztó felfedezésért ítéltek oda. Az elsőt a DNS kettős hélix szerkezetének felismeréséért adták (James D. Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins, 1962); a másodikat azért, mert sikerült kideríteni, hogyan másolódik át az információ a hírvivő RNS-molekulára (Roger Kornberg, 2006); 2009-ben pedig azért, mert megmutatták, „hogyan jelenik meg egy egyszerű DNS-kód hallásként, érzéklésként, ízlelésként vagy izomként, csontként, bőrként, sőt gondolatként és beszédként.”¹

Ada Yonath így vezetett be a munkájába:²

A fehérjék örületes sebességgel bioszintetizálódnak a riboszómában. Amikor egy vegyész peptidkötést akar létrehozni, napokig dolgozik magas hőmérsékleten és más különleges kísérleti körülmények között. A riboszóma ezred másodperceken belül elkészül a peptidkötéssel az élő sejtben, és nem teszi próbára a szerkezetet. A kutatók gyakran hibáznak, a riboszóma alig.

Mivel az összes élő szervezet összes sejtje, még a legegyszerűbb baktérium is tartalmaz riboszómákat, a riboszómák a gyógyszerek ideális és triviális célpontjai; szerkezetük és működésük megértése biztosan elősegíti az új antibiotikumok tervezését.

Elvben minden riboszóma minden genetikai kódot el tud olvasni. Az emberi szervezet riboszómája le tudja fordítani a baktériumok genetikai kódját, és fordítva. A riboszóma olyan fehérjegyár, amely minden genetikai utasítás követésére alkalmas. A magasabb rendű szervezetek riboszómája azonban – az eukariótáké, például az emlősöké – bonyolultabb, mint a baktériumoké. A nagyobb bonyolultság azoknak a megnövekedett feladatoknak a következménye, amelyek a szabályozásból, a szelektivitásból adódnak, és összefügg a sejtrel kialakuló intenzívebb kölcsönhatással. A bakteriális és az emlősriboszóma kicsit eltér egymástól. A kétféle riboszóma aktív helyei és aktív helyeinek környezetei is különböznek picit. Ez a riboszómális antibiotikumok hatásának a titka. Az antibiotikumoknak csak a kórokozó baktériumokat szabad megtámadniuk, a beteg szervezetét nem, és mellékhatásokat sem szabad kiváltaniuk. Néha egyetlen nukleotid cseréje megváltoztatja a bakteriális és az emlős-, vagyis az emberi riboszómára kifejtett hatást.

Ada erős akaratú, elszánt nő; enélkül nem jutott volna el idáig. 1939-ben született Jeruzsálemben; Ada Livshitz az eredeti neve. Édesapja rabbi volt. Szülei Németországból vándoroltak ki Palesztinába, közvetlenül Hitler 1933-as hatalomra jutása után. Ada tizenegy éves korában elveszítette édesapját. Ettől kezdve segítenie kellett édesanyjának a család fenntartásában; fiatalabakat korrepetált, és más apró munkákat vállalt. Utólag úgy érzi, soha semmire sem volt ideje. Olthatatlanul szomjazott a tudásra: „Ameddig csak vissza tudok emlékezni, mindig azt éreztem, hogy többet akarok tudni. Sohasem volt elég, amennyit a tanterv szerint tanultunk. A középiskolában folyton az iskolai könyvtárban ültem, rengeteget olvastam, rendkívül élveztem az olvasást és a tanulást.”³

Egyetemi tanulmányai alatt elsősorban a biokémia és a biofizika ragadta meg, az utóbbiból szerzett MSc fokozatot. PhD-disszertációját a Weizmann Intézetben írta. A kollagén szerkezetét vizsgálta. Ezután az Egyesült Államokba utazott posztdoktori tanulmányokra. A pittsburghi Mellon Intézetben dolgozott, de a fehérjekristallográfiai munkák kedvéért átment⁴

...F. Albert Cotton csoportjába, a Massachusettsi Műszaki Egyetemre, Cambridge-be. Ez fordulópontot jelentett a kutatói pályafutásomban.

Két év után visszatértem Amerikából Izraelbe: felállítottam saját fehérjekristallográfiai csoportomat [a Weizmann Intézetben]. Ez volt az egyetlen az egész országban. Kaptam egy berendezést, hozzá egy kevés laborhelyet, de majdnem fél évtizedbe telt, mire minden összeállt.

Az 1970-es évek elejétől kezdve a fehérjekristallográfia lassan a tudomány élvonalába került Izraelben. Ekkor indítottam el az együttműködést Michel Ravellel, a Weizmann Intézet professzorával. Volt egy eljárása, amellyel – ahogy ő mondta – nagy mennyiségű iniciáló faktort tudott készíteni: ezek a vegyületek indítják el a riboszóma működését a fehérjék előállításakor. Szorosan együttműködtünk a néhai Paul Sigler professzorral is, aki másfél évre jött Izraelbe. Jó kapcsolatot ápoltunk a chicagói csoporttal; később náluk töltöttem egy kutatói évet. Megpróbáltunk kristályokat növeszteni, mert a vizsgálatokhoz erre van szükség, de nem sikerült. A kutatói év folyamán, egy kanadai konferencián, H. G. Wittmann professzor, aki Berlinből, a Max Planck Intézetből érkezett, a riboszómáról tartott előadást, és megadta az iniciáló faktorok szekvenciáját. Beszélgetni kezdtünk, érdekeltte őt az együttműködés, végül elmentem Berlinbe.

Néhány hónappal azelőtt, hogy Berlinbe indultam volna az egyik diákkal, bicikliztem a tengerparton – február volt, ilyenkor nem ritka a gyönyörű idő Izraelben –, és elestem az utca közepén. Agyrázkódást kaptam, kórházba vittek. Két héten belül nagyjából rendbe jöttem, de az utóhatások miatt még nem repülhettem. Meg is kellett operálni. Amikor minden túl voltam, elutaztam Berlinbe – a tervezettnél öt hónappal később.

1979 novemberében érkeztem meg. Addigra az iniciáló faktorok majdnem elkészültek, és „szabadidőmben” felfedeztem, hogy különböző baktériumokból rengeteg nagyon aktív, tiszta riboszómájuk is van. Javasoltam, hogy ezeket próbáljuk meg kristályosítani. A kollégák támogatták az ötletet. Tudtam, hogy sok neves kutató már kudarcot vallott a riboszómák kristályosításával, és ha nekem sem sikerül, akkor olyan nagyszemű tudósok előkelő társaságába tartozom majd, mint Frances Crick, Jim

Watson, Aaron Klug vagy Alex Rich. De azt is tudtam, hogy nem szabad elmulasztanom ezt a lehetőséget. Nagyon gondosan láttam munkához, mert sejtettem, hogy a kristályosítás nehézsége többek között a riboszómák heterogenitásából és instabilitásából ered.

Volt, aki lehetetlennek tartotta Ada Yonath vállalkozását. A riboszóma óriási, bonyolult RNS-fehérje együttes. Az emberi riboszóma esetében a „nagy alegység” két RNS-molekulából és körülbelül harmincöt-negyven fehérjéből áll, míg a „kis alegység” egy RNS-t és húsz-harminc fehérjét tartalmaz. Ez azt jelenti, hogy több ezer nukleotid és aminosav van a riboszómában, a teljes szerkezet feltérképezéséhez pedig több százezer atom helyzetét kell meghatározni. Nem csoda, hogy annyian kételkedtek Ada sikerében. De ez nem tántorította el:⁵

Először is fellapoztam a régi szakirodalmat, és mindent elolvastam, amit a riboszómáról írtak. Alaposan tanulmányoztam azokat a módszereket, amelyekkel viszonylag sokáig épen tudták tartani a mintákat, hiszen a kristályosításhoz erre volt szükségünk. Nagyon hasznosnak bizonyultak A. Zamir és D. Elson hatvanas évekbeli módszerei. Csak két hónapot töltöttem Berlinben, de miután visszatértem Izraelbe, szinte hetente küldték nekem a fénymikroszkóppal készült felvételeket (akkoriban még nem használtunk faxot vagy internetet). Három-négy hónap múlva már mikrokristályaink is nőttek, amelyeket kis méretük miatt még nem tudtunk egykristályokként vizsgálni, de már ígéretes, gyenge, porra jellemző diffrakciós mintázatot adtak. Körülbelül négy év múlva kaptunk először tisztességes mintázatokat. A mikrokristályokat ismertető cikkünk 1980-ban jelent meg; az utóbbi huszonöt évben a riboszóma szerkezetének megfejtesén dolgozom.

Ada Yonath és munkatársai sokféle módszerrel próbálták stabilizálni a riboszómákat a jó minőségű röntgendiffrakciós felvételek érdekében. Ez a munka évekig tartott. Olyan baktériumokkal is kísérleteztek, amelyek „baktériumpróbáló” környezetben élnek, mert arra számítottak, hogy ezeknek a riboszómái robusztusabbak, és talán jobban állják a kezeléssel járó viszontagságokat. Hőforrásokból és a Holt-tenger nagy sótartalmú vizéből szereztek baktériumokat. Az 1990-es évek elején már jó mintákat tudtak készíteni. Szép diffrakciós felvételek születtek, a riboszóma mérete miatt azonban rendkívül nehezen tudták őket értelmezni. De nem csak emiatt izgulhattak: egyre több kutatócsoport lett kíváncsi a riboszóma szerkezetére, és hamarosan egy verseny kellős közepén találták magukat. A Yale Egyetemen dolgozó Thomas Steitz csoportja publikálta a



Ada Yonath egy
röntgendiffrakciós
berendezéssel a Weizman
Intézetben, Rehovot
(Ada Yonath szívességéből)

riboszóma első röntgendiffrakciós szerkezetét 1998-ban, de az atomok helyzetét nem adták meg a kis felbontás miatt.

Szinte elviselhetetlenné fokozódhatott a verseny. Végül három csoport közölte a legfontosabb eredményeket, és ezeknek a vezetője kapta meg a 2009-es Nobel-díjat. Thomas Steitz és munkatársai határozták meg a nagy alegység nagy felbontású szerkezetét. Ada Yonath csoportja és Venkatraman Ramakrishnan cambridge-i csoportja (Nagy-Britannia) tárta fel a kis alegységét. Ezután derült fokozatosan fény a riboszóma működésére; megállapították, hogy a fehérjék a nagy alegységben termelődnek, és rendkívül gyorsan elkészülnek. Ramakrishnan mutatta ki, hogy azt az információt, amelyet az RNS szállít oda a DNS-től, a kis alegység fordítja le a „fehérjék nyelvére”.

Ada egész pályája a Weizmann Intézethez kötődött; az 1980-as évek végén ő lett a Mazer Szerkezeti Biológiai Központ és a Biológiai Rendszerek Kimmelman Központjának az igazgatója. Több tudományos akadémia tagja, tiszteletbeli doktori címek, rangos díjak tulajdonosa. Megkapta például az Izrael-díjat (2002), a Wolf-díjat (2007) és azt a L'Oréal-UNESCO díjat, amellyel az élettudományok kiemelkedő európai kutatónőit ismerik el (2008).

Öt évvel a Nobel-díj elnyerése előtt találkoztam Adával, de már a levegőben volt, hogy megkaphatja az elismerést. 2004-ben ezt mondta, amikor a díj esélyeiről is kérdeztem:⁶

Megengedi, hogy ne válaszoljak? Ez a kérdés zavarba ejt. Amikor elkészültek az első mikrokristályok, találkoztam egy svéd professzorral, a

szerkezeti biológia egyik alapító atyjával, aki már nem él. Akkortájt nagyon keményen dolgoztam, izgalmas időszakot éltem át, alig aludtam. Láttam, milyen sápadt és elgyötört vagyok. Megkérdezte, mi történt. Elárultam neki, hogy riboszómakristályaim lehetnek. Rám nézett, és azt mondta: ez Nobel-díjat ér – ami igaz is volt a munka elején, az 1980-as évek közepén. Sohasem beszéltem róla, de megmaradt bennem. Amikor megszülettek az első nagy felbontású eredmények, tudományos tanácsadói ülést tartottunk a Weizmann Intézetben, és ott néhányan ugyanerre a következtetésre jutottak. Ezek a vélemények általában kiszivárognak. Nagyon gyakran kérdezzetnek a Nobel-díjról, amit nem szeretek. De tudom, hogy ez a munka igencsak a figyelem középpontjában áll, és butaság lenne tagadnom, hogy tisztában vagyok a lehetőséggel.

Arra a kérdésre, hogy mi jár a fejében, amikor közeledik az október és a díj bejelentése, a következőt válaszolta:⁷

Alig gondolok rá, legfeljebb csak olyankor, amikor az emberek, mint ön is, megkérdezik tőlem. Sohasem a díjakért küzdöttem; mindig az intellektuális érdeklődés vezérelt. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy nem örülök az elismerésnek.

A nőekkel szembeni diszkriminációról is beszélgettünk:⁸

Csak egyetlen dolog jut eszembe: néha úgy éreztem, többet vártak el tőlem, mint amit attól a férfitől vártak volna el, aki az én székemben ül. De ez sem volt igazán bántó. Kezdetben nagyon lassan haladtam előre, mert nem értettem jól a krisztallográfiához, és nem azért, mert nőnek születtem. Egyszer, amikor még együtt éltem a férjemmel, nem léptetett elő a Weizmann Intézet. Az egyik professzor megsúgta: nem féltek attól, hogy emiatt máshová megyek, mert a férjem is ott van. Ez, persze, nem tetszett. De nem emlékszem több negatív élményre. Sőt, néhány munkát azért kínáltak fel, mert nő vagyok...

Ada egy ideje elvált. Egy lánya van, aki – Ada szerint – időnként biztosan úgy érezte, hogy nincs ott a mamája, amikor szükség lenne rá. A lánya nagyon korán független, önálló lett.

Mióta Ada Yonath elnyerte a Nobel-díjat, gyakran kérdezik a női tudósok helyzetéről; azt szeretnék megtudni például, hogy nőként nehezebb-e kutatni, mint férfiként. Véleménye szerint a kutatás nem azért nehéz, mert valaki nő:

„Egy kutatónak, egy üzletasszonynak, egy újságírónak ugyanattól nehéz nőnek lennie.”⁹ Úgy látja, inkább a társadalommal van baj, amely nem ösztönzi a nőket a kutatásra.

A Nobel-díjasok és a diákok 2013-as lindai találkozásán Ada Yonath is előadást tartott. Egy újságíró észrevette, hogy sok lány ül a hallgatóság soraiban, és azon gondolkozott, hogyan kérdezze Adát a női kutatói létről, mert rájött, hogy nem a női mivolta számít, hanem a tudományos teljesítménye. Mielőtt kitalálta volna a jó kérdést, Ada már válaszolt is az előadás utolsó mondataival: „A lányok meg szokták tőlem kérdezni: »Megmaradjak-e a kutatásnál, vagy sem?« Attól félnék, hogy a jó kutató életébe nem fér bele a család.” A következő dián a kolléganői tűntek fel az általuk süttött óriási, riboszóma alakú csokitortával. Ez arra utalt finoman, hogy nem kell választani...¹⁰

Ada Yonath olyan célt tűzött maga elé, amelyet sok kollégája elérhetetlennek tartott – ő azonban elérte. Amikor életének legnagyobb feladatáról és saját megítélése szerinti legnagyobb sikeréről kérdeztem, azt válaszolta: „Tudományos szempontból a riboszóma kristályosítása volt [az első számú kihívás]. Életem legnehezebb periódusát apám halála után éltem át. [És a legnagyobb siker:] Van egy nyolcéves unokám. Egyszer az óvónője megkért, beszéljek a gyerekeknek a riboszómáról. Azt tartom a legnagyobb sikeremnek, hogy egy órán át megbabonáztam őket.”

OROSZ KUTATÓNŐK

Oroszországban – az ország méretei, tekintélye, a tudomány ottani magas ársi-ója ellenére – alig esik szó a nők tudományos életben betöltött szerepéről. A 19. század végén, 20. század elején élő tudós nőkről jelentek meg könyvek.^{1,2} Szembetűnően keveset írnak azonban az 1917-es októberi forradalomtól a szovjet korszak végéig terjedő évtizedek női kutatóiról. A Szovjetunió bukása óta még kisebb érdeklődés fordul feléjük. Olga Valkova szakértő véleménye szerint ennek az lehet az oka, hogy „a Szovjetunióban nem volt »nőkérdés«, nem volt miről beszélni”.³ A nők, elvben, ugyanolyan jogokkal rendelkeztek, mint a férfiak, és még a legkevésbé nőiesnek tartott szakmák is nyitva álltak előttük. Nem voltak problémák, vagy inkább nem vehettek tudomást róluk. Néhány éve Svetlana Szcicseva írt könyvet a mai kutatónőkről, amelyben a talajkutatók és a geográfusok példáját elemezte.⁴ Ez arra utal, hogy a téma lassan elveszti tabu jellegét.

A 19. század második felében már sok orosz nő került kapcsolatba a tudománnyal; az arisztokrata és az értelmiségi nők otthon és külföldön is kezdtek egyetemre járni, ahogy a felsőfokú oktatási intézmények megnyitották előttük a kapuikat. Többségük felismerte, hogy társadalmi változásokra van szükség az országban, és a tudománynak fontos szerepe lesz honfitársaik életének jobbításában. Ezek az orosz hölgyek a világ első egyetemi végzettséggel rendelkező női közé tartoztak. Könyvemben a matematikus és író Szozja V. Kovalevszkaja, valamint a biokémikus és fiziológus Lina Stern képviseli őket.

Sophie Kovalevsky – Szozja V. Kovalevszkaja (matematikus)

Sophie Kovalevsky (1850–1891), leánykori nevén Szozja Vasziljevna Korvin-Krukovszkaja Moszkvában született. Lengyel-német származású nemesi család gyermeke volt. Ő a leghíresebb orosz női tudós. Nagyon korán feltámadt a matematika iránti érdeklődése, és sziklaszilárdan ragaszkodott tanulmányai folytatásához, de a nők ekkor még nem járhattak egyetemre Oroszországban. Szozja csak édesapja engedélyével mehetett külföldre – ezt azonban nem kapta meg. Az egyetlen kiutat a névházasság jelentette, amelyre tizenhat évesen vállalkozott. Paleontológus férjével, Vlagyimir Kovalevszkijjal 1867-ben hagyta el Oroszországot. A házasságkötés után Szozja Kovalevszkaja lett a neve, de idővel orosz asszonynevét, a Kovalevszkaját Kovalevskyre cserélte (publikációiban a Kowalevskit használta), a Szozját pedig Sophie-ra (vagy Sonia/Szonyára).

Heidelbergben tanult, de a nők abban az időben nem szerezhettek diplomát; csak az előadásokra járhattak be. Szozja végül három tudományos dolgozatot is írt, három különböző témában: a parciális differenciálegyenletekről, az Abel-

integrálokról és a Szaturnusz bolygó gyűrűiről. Berlini professzora, Karl Weierstrass szerint mindegyik egymagában is megfelelt volna doktori disszertációnak. Néhány év múlva, 1874-ben, a Göttingeni Egyetemen valóban elnyerte a doktrátust, *summa cum laude* minősítéssel. Megpróbált egyetemi álláshoz jutni, de nem sikerült. Svédországba ment, ahol fizetés nélküli magántanárrá nevezték ki (ez körülbelül a mai docensi rangnak felel meg). Hamarosan rendkívüli professzori címet kapott a Stockholmi Egyetemtől – az első nőként Észak-Európában (Olaszországban már volt két női professzor).

Sonia egy új folyóirat, az *Acta Mathematica* szerkesztője lett, és visszatért egyik korábbi mesterségéhez, az íráshoz. Kutatásai elismeréseként számos díjat kapott, és a szentpétervári cári Orosz Tudományos Akadémia levelező tagja lett, bár Oroszországban még mindig nem juthatott egyetemi katedrához. Negyvenegy évesen halt meg influenzában és tüdőgyulladásban.

Sophie Kovalevsky már életében nevet szerzett, útjai során a hírességeknek járó tisztelettel fogadták. Még kora legnagyobb matematikusai is az európai matematikusközösség fontos tagjának tekintették. Emellett ígéretes írónak tartották, számos neves íróval tartott fenn barátságot, például George Eliottal, Anton Csehovval és Henrik Ibsennel. Politikai aktivistaként és a nők jogainak harcosaként is számon tartották. Híre nem halványult el halála után; könyveket írtak, filmeket forgattak, bélyegeket bocsátottak ki és mellszobrokat állítottak emlékére. De nem mindenki ítélte meg őt kedvezően: sok alaptalan vád érte, amely a matematikai munkáját és a magánéletét sem kímélte. Ann Koblitz szerint „olyan színes életet élt, és olyan kimagasló eredményeket ért el”,⁵ hogy egyáltalán nem meglepő ez a gáncsoskodás; a társadalom még nem készült fel ilyen női teljesítményre – a tehetséget a férfiak privilégiumának tartották.

Lina Sz. Stern (biokémikus)

Lina Szolomonovna Stern (1878–1968) biokémikus-fiziológus volt. Libauban (Kurföldön) született, az Orosz Birodalomban (a város mai neve Liepāja, Lettország legnyugatibb részén található). Lina az első nők között tanult a Genfi Egyetemen. Végzés után is ott maradt; biokémiai és neurológiai kutatásokat folytatott. Ő lett az egyetem első női professzora. 1925-ben, a szovjet kormány felkérésére, a Szovjetunióba költözött, és nagy elánal dolgozott tovább. Az egyik moszkvai orvosegyetemen kapott laboratóriumot. 1929-ben ő lett a Szovjet Tudományos Akadémia Élettani Intézetének első igazgatója. Sikeres kutató volt. Legfontosabb eredményét a – mai elnevezéssel – vér-agy gát tanulmányozásában érte el. A fiatal szovjet államban és Nyugaton is nagyra értékelték a munkáját. Beválasztották a németországi Leopoldina Akadémiába, és 1939-ben elnyerte a Szovjet

Tudományos Akadémia rendes tagságát – ezzel feljutott a szovjet tudományos ranglétra csúcsára. Ő volt az első nő, akit ekkora megtiszteltetés ért.

1939-ben belépett a kommunista pártba, 1943-ban megkapta a Sztálin-díjat. A második világháború alatt számos kutatási eredményét ültették át a gyakorlatba. Új gyógymódokat vezetett be az idegrendszeri rendellenességek kezelésére: módszerei több ezer frontkatona életét mentették meg. Őt sem kímélte azonban a sztálini antiszemitizmus és az a tudománnyal és tudósokkal szembeni bizalmatlanság, amely a háború vége és a generalisszimusz 1953-ban bekövetkezett halála között tombolt. Első lépésként minden tisztségétől megfosztották. Lina Stern részt vett a Zsidó Antifasiszta Bizottság és a Szovjet Nők Antifasiszta Bizottságának munkájában. Az előbbi szervezetet a szovjet kormány alapította, hogy a világ zsidóságát harcra buzdítsa a náci Németország ellen. De eljött az idő, amikor a Zsidó Antifasiszta Bizottság összes tagját letartóztatták, bíróság elé állították és – Lina Stern kivételével – kivégezték. Őt bebörtönözték, majd belső száműzetésbe küldték. Csak Sztálin halála után térhetett vissza Moszkvába. Tisztázták a vádak alól, tudományos akadémiai tagságát visszaállították. Folytatta a kutatást, és egészen haláláig, 1968-ig vezette a Biofizikai Intézet Élettani Osztályát.

A cári Oroszország nagyon szűk rétegébe tartoztak azok a nők, akik belevághattak a tudományba. A szovjet hatalom óriási változásokat indított el – nem csak a nők életében. Minden állampolgárt egyenlő jogok illettek meg, ami a népesség túlnyomó többsége számára kiterjesztette a tanulás és a kutatás lehetőségét. A nők tanulhattak és dolgozhattak: aki a kutatást választotta, álláshoz is jutott az oktatási és kutatási intézményekben. A bolsevikok felmérték a nők munkába állásának fontosságát, mert nem engedhették meg, hogy a társadalom fele kimaradjon a termelésből. Propagandakampányokat indítottak, amelyek azt hirdették, hogy a nők képesek a hagyományosan férfi munkák elvégzésére: akár pilóták, hajókapitányok, traktorosok és persze kutatók is lehetnek. De még a propaganda-hadjárat sem változtatta meg a tradíciókat: a gyerekek, az idős szülők gondozása, a férj kiszolgálása, a házi munka jórészt a nőkre maradt. Napközben dolgoztak, maradék idejükben pedig ellátták a családot és a háztartást. A haladás azokban a köztársaságokban következett be a leglassabban, ahol erősebben érvényesült a férfiuralom.

Férjem Bakuban szerzett erről tapasztalatokat az 1980-as évek elején (Baku akkor az Azerbajdzsáni Szovjet Szocialista Köztársaság fővárosa volt), amikor a Krisztallográfiai Intézetben járt. Részt vett a tudományos vitákban, amelyekben a férfi és női munkatársak egyaránt elmondták a véleményüket. Az egyik vezető azerbajdzsáni krisztallográfus felesége is az intézet elismert kutatói közé tartozott. Meghívták a férjemet vacsorára, az otthonukba. A vendégek,

a házigazda és a házaspár tinédzser fia körbeülte a díszes asztalt, de a feleség – az elismert krisztallográfus – nem csatlakozott hozzájuk, még akkor sem, amikor a vacsora végeztével folytatódott a baráti beszélgetés. Férjem megtudta, hogy a nőnek nincs helye a társaságban. Az emberek kettős életet éltek: a munkahelyen egyenlők voltak, de otthon tiszteletben tartották a hagyomány szabta korlátokat.

A nemek közötti teljes egyenlőség azonban még a kutatásban sem érvényesült. A nők túlnyomó többsége a férfiakénál alacsonyabb állást töltött be, és nem azért, mert újonc volt. Néhányan végül megtanulták, hogyan haladhatnak előre a tudományos életben, amire több lehetőség is kínálkozott. Többen beléptek a kommunista pártba, értékesnek tartott tevékenységet folytattak a szakszervezetekben, amelyek nem az alkalmazottak jogait védték, hanem a rezsimet szolgálták ki. Mások olyan tudományterületet választottak, amely nagyon fontos volt az új rendszer számára, de még hiányoztak onnan a jó szakemberek. Ezek közé tartozott a geológia, a geológusok viszont gyakran utaztak expedícióra az ország távoli vidékeire. Az előrelépést segíthette egy tanárral vagy egy ígéretes diáktárral kötött házasság. A nők már a 19. század végétől, a női felsőfokú tanulmányok kezdetétől gyakran lettek professzorfeleségek, mert így részt vehettek a tudományos munkában.⁶ Egy befolyásos férj később is sokat tehetett a felesége előmeneteléért.

A szovjet rendszer hét hosszú évtizedig maradt fenn. Igazságtalan lenne, ha egységesnek tekintenénk a tudomány és a tudósok iránti attitűdjét. Érdeemes megnézni például a zsidó kutatók helyzetét. A cári időkben szigorúan korlátozták a zsidók részvételét a felsőoktatásban. Ezt a megszorítást ritkán hangoztatták, de könyörtelenül betartották. A szovjet hatalom első időszakában eltörölték a korlátozásokat. A második világháború vége és a Sztálin halála közötti időszakban megint fordult a kocka: drasztikus tudományellenes és antiszemita intézkedéseket hoztak. A zsidó egyetemisták és a tudományos kutatóintézetekben dolgozó zsidó munkatársak létszámának titkos, de szigorúan betartott korlátozása végigkísérte a Szovjetuniót. Míg a cári korlátozások nem terjedtek ki a nőkre, és a felsőoktatásban nem is igen fordultak elő nők, a szovjet rendszer megszorításai egyaránt érintették a nőket és a férfiakat.

Az orosz kutatónők mai életéről keveset tudunk, de a jelek arra utalnak, hogy a tudományos ranglétrán felfelé haladva ugyanúgy vagy még jobban csökken a nők száma, mint máshol a világon. Az Orosz Tudományos Akadémia rendes tagsága a legnagyobb tudományos rang az országban. A mostani adatok szerint az Akadémia ötszázhuszonnyolc rendes tagja között csak tíz nő akad, ami mindössze két százalék. A fejlett országokban talán sehol sem ennyire alacsony a női akadémikusok aránya. Érzékelhető azonban, hogy kezdenek felfigyelni erre az aránytalanságra, és a közeljövőben változásoknak lehetünk tanúi. Sajnos

bármilyen módosítást vezetnek is be, nem lehet nem észrevenni a tudomány vonzerejének és tekintélyének gyors hanyatlását a mai Oroszországban, és sokatmondó jel, hogy csökken a kutatás anyagi támogatása.

A cári Oroszország tudós asszonyai sokat utaztak, ezért eljuthattak hozzájuk a Nyugat új kutatási eredményei, együttműködhettek a külföldi kollégákkal. A Szovjetunióban az elszigetelődés volt az egyik legsúlyosabb probléma – nemcsak a nők, hanem mindenki számára. Az orosz tudósok elszigetelődése csökkent a Szovjetunió összeomlása óta, de az orosz tudománynak valószínűleg hosszú utat kell megtennie, amíg a nemzetközi tudományos élet szerves részévé válik.

Ada Sz. Kotyelnikova (kémikus)

A szovjet időkben az elszigetelődés gyakran gátolta az ígéretes tudományterületek fejlődését, különösen akkor, ha ezek a diszciplínák stratégiai szempontból nem voltak fontosak a katonaság számára. Ada Kotyelnikova (1927–1990) története is ezt illusztrálja. Az 1950-es években V. G. Tronyev csoportja ambiciózus kutatást indított új réniüvegületek előállítására és tulajdonságaik vizsgálatára a Szovjet Tudományos Akadémia Általános és Szervetlen Kémiai Intézetében, Moszkvában. A réniüm nevű fémet Ida és Walter Noddack fedezte fel Németországban (róluk külön fejezet szól). A Noddack házaspár a réniüm néhány vegyületét is létrehozta, de ezeket nem tudták izolálni és megbízhatóan azonosítani. Tronyev a szakterület legjobbjai közé tartozott a Szovjetunióban, hatékonyan működő laboratóriumot vezetett. Az 1950-es évek közepén, ennek a munkának a során, egy fiatal kutató, Ada Sz. Kotyelnikova számos új vegyületet állított elő, és feltételezte, hogy közvetlen réniüm-réniüm kötés alakul ki bennünk. Akkoriban még nagyon szokatlannak tekintették a közvetlen fém-fém kötések. Ezek a közvetlen réniüm-réniüm kötések nagyon erősnek bizonyultak. Kotyelnikova és Tronyev együtt publikálta az eredményeket.⁷ Az új réniümvegületek felfedezése után Kotyelnikova más szervetlen kémiai kutatásokra tért át.

Nem sokkal később a nemzetközi hírű amerikai F. Albert Cotton kezdte tanulmányozni a réniümvegületek kémiáját, és felfedezte a réniüm-réniüm kölcsönhatás rendkívüli erősségét; ezt ugyan Kotyelnikova is felfedezte, de a kielégítő értelmezés még váratott magára. A kötés négyszer olyan erős volt, mint a szokásos „egyes kötés”, és Cotton „négyes kötés”-nek nevezte el. Ha Ada Kotyelnikova szoros kapcsolatban állt volna a külföldi kollégákkal, ő is fontos eredményekkel járulhatott volna hozzá ennek a szokatlan kémiai jelenségnek a megismeréséhez. Cotton ontotta az új eredményeket, ami nem változtatott azon, hogy egy lényegében ismeretlen szovjet kémikus, Ada Kotyelnikova tette

meg az első lépéseket ezen a kutatási területen. A felfedezés idején fiatal kutató volt, aztán megfélemedtek róla.⁸ 1968-ban, amikor intézete fennállásának ötvenedik évfordulóját ünnepelték, a szovjet posta bélyeget bocsátott ki az esemény tiszteletére. A bélyegen jól látszik Ada Kotyelnikova egyik közvetlen rénium-rénium kötéses vegyülete. Akkor már senki sem emlékezett úttörő felfedezésére, F. Albert Cottonról azonban mindenki tudott. Férjemmel együtt véletlenül ismerkedtünk meg Ada Kotyelnikovával, és igyekszünk életben tartani munkájának emlékét.

A következő oldalakon öt orosz kutatót mutatok be részletesen: egy fizikust, három kémikust és egy gépészmérnököt.

IRINA P. BELECKAJA

Kémikus



Irina P. Beleckaja 2004-ben Budapesten
(Hargittai Magdolna felvétele)

Irina Petrovna Beleckaja a szovjet kémia egyik csillaga volt az 1950-es, 1960-as években. Az 1950-nel kezdődő évtizedben, különösen az elején rossz idők jártak a szovjet kémikusokra. 1951-ben egy országos konferencia elítélte a rezonanciaelméletet, ami a tehetséges fiatalokat hosszú időre eltérítette az elméleti kémiától. Irina Beleckaja ekkor kezdte meg kutatásait. Bár ő kimaradt a vitákból, főnökei nem vonhatták ki magukat a véleménynyilvánítás kötelezettsége alól. Irinának sikerült apolitikusnak maradnia; csak a pályájára koncentrált, amely látványosan ívelt felfelé.

Irina Beleckaja 1933-ban született Leningrádban (ma Szentpétervár). Nehéz gyerekkora lehetett, a leningrádi blokádot is átélte a második világháború alatt. 2004-ben több kérdést tettem fel neki, amelyekre csak rövid feleletet adott, néhányra egyáltalán nem válaszolt. A megválaszolatlan kérdések között szerepelt az is, amelyben gyerekkori élményei iránt érdeklődtem.

Az iskolában szerette a matematikát és az irodalmat, de nem akarta elkötelezni magát mellettük. Inkább a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetem kémia szakára felvételizett. A diplomaszerezés után az egyetemen maradt, hogy kandidátusi fokozatot szerezzen (ez a PhD-nek felel meg), amit 1958-ban el is nyert.

Nagyon fiatalon, de nem rendhagyóan fiatalon kapta meg a fokozatot. Sokkal szokatlanabb, hogy már öt éven belül, 1963-ban megszerezte a tudomány doktora címet. A szovjet – és most az orosz – rendszerben ez a doktorátus a professzori kinevezés előfeltétele. Irina szerveskémia-professzor lett a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemen, a szovjet és az orosz felsőoktatási rendszer zászlóshajóján. Lelkesen tanított és kutatott, pályája tovább emelkedett: 1974-ben lett a Tudományos Akadémia levelező, 1992-ben rendes tagja, akadémikus.

Beleckaja sokat dolgozott a szerves reakciók mechanizmusának feltárásán. Ebben a munkában együttműködött mentorával, Oleg A. Reutovval, aki még látványosabban haladt előre a tudományos ranglétrán, és már negyvenéves korában akadémikus lett. Ha megértjük, hogyan játszódnak le a kémiai reakciók, új reakciókat tervezhetünk, amelyekkel hasznos tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket állíthatunk elő. A szerves kémikusoknak már régóta ez a céljuk. Beleckaja új kémiai szintéziseket gondolt ki; ritkaföldfémeket is felhasznál a reakciókban, és olyan új vegyületeket állított elő, amelyek addig még ismeretlen kémiai reakciók katalizátorai lehettek. Néhány reakcióját az ipar is felhasználta.

A katalizátorok segítségével könnyebben lejátszódnak a kémiai reakciók. Ha egy folyamat például nagyon magas hőmérsékleten megy csak végbe, katalizátor jelenlétében sokkal alacsonyabb hőmérsékleten is lefolyhat. Az ipari folyamatokban alkalmazott katalizátorokkal rengeteg energiát takarítanak meg. Általában kevés katalizátorra van szükség, és még ezt is „vissza lehet szerezni” a reakció végén. Irina Beleckaja új érdeklődési területe a „zöld kémia”. A jelző a környezetbarát kémiai folyamatokra utal. A katalizátorok döntő szerepet játszanak a zöld kémiában.

Irinával levelezés útján és személyesen is találkoztam, de sohasem éreztem, hogy át tudnék hatolni a maga köré épített, láthatatlan falon. Akik jobban ismerik nálam, azt mondják, már kora fiatalságától építheti ezt a falat. Bármennyit kérdeztem tőle, mindig csak rövid válaszokat adott. Személyes találkozásunkkor barátságosnak és látszólag beszédesnek mutatkozott, de véletlenül sem nyílt meg. Néhány mondata rejtélyes volt, nem tudhattam, mi lapul a mélyben. Például mit kezdhettem azzal a válasszal, amelyet a vallásosságáról kaptam: „Nem vagyok vallásos, amit, persze, sajnálok.”¹ De nézzünk néhány kérdést és választ, különböző témákban. Egy-két kérdést itt lerövidítettem, a válaszokat azonban szó szerint idézem (oroszról fordítva). A párbeszédre 2004-ben került sor.

Miért választotta a kutatást?

Hogy a munka ne legyen monoton.

Miért lett szerves kémikus?

Érdekelnek az anyagok.

Előfordult, hogy a politika befolyásolta a munkáját vagy a pályáját?

Soha.

Mit vár a tudománytól a 21. században?

Nem vagyok jó; minden olyan gyorsan halad – ki tudta volna megjósolni a klónozást?

A gyermekkoráról és a háborús emlékeiről is kérdeztem.

Az élet nem érdekes volt, hanem nehéz. Nagyon jól emlékszem a háborúra, apám határőr volt.

A családjáról érdeklődtem, és azt is megkérdeztem, hogyan befolyásolta a család a karrierjét, a munkáját.

A fiam negyvenkét éves. A férjem mindig segített, amennyit csak tudott; negyvenhárom éve vagyunk együtt.

Sok kérdést tettem fel látványos karrierjéről, amely egy nő esetében különösen szembetűnő volt. Arra is kitértem, hogy miért telt el annyi idő az 1974-ben elnyert akadémiai levelező tagság és az 1992-es rendes tagság között. (Nem szabad elfelejtenünk, hogy sok levelező tag sohasem lesz rendes tag, az előléptetés egyáltalán nem automatikus.) Szerettem volna többet tudni például a mostani ambícióiról; a nők helyzetéről a Szovjetunióban és az új Oroszországban; a politikai változások hatásáról, amelynek érdekességét külön növelik a szovjet éraban elért feltűnő sikerei; a külföldi kapcsolatok alakulásáról; a külföldi utazásokról. Az összes kérdést egy szuszra válaszolta meg.

A hosszú időszak (1974-től 1992-ig) egyedül az én jellemhibámból ered; azért nem léptettek soha elő, mert nem voltam párttag, és enélkül még laborvezető sem lehettem. Az ambícióimat mindenekelőtt az szabta meg, hogy én magam hogyan értékelem az eredményeimet, és hogyan ítéli meg a külföldi kollégák (mert ettől függtek a konferenciameghívások); nőként egyébként is nehezebb előrejutni. Ma annyiban könnyebb, hogy kiengednek külföldre, és én gyakran utazom. A szovjet időkben nem tarthattunk fenn nyugati kapcsolatokat, nem pályázhattunk nyugati kutatástámogatásokra; ma már lehet, de jelenleg a kormánytól nem kapunk támogatást.

A nemzetközi vegyésztársadalom tagjaként (lásd később) a vegyi fegyverek megsemmisítésének előkészítésében vállalt szerepet: „Számos munkában vettem részt; ez volt az egyik, és elég nagy sikert értünk el. A vegyi fegyverek kegyetlenek – ezeket azért gyártják, hogy fájdalmat okozzanak az embereknek.”

Mi volt a legfontosabb az életében?

A hozzám közel állók egészsége és a munkám eredménye.

Érte diszkrimináció azért, mert nő?

Annyi, amennyi másokat, nem több.

Mit tanácsolna a fiatal nőknek a pályaválasztás, a kutatói karrier és a családtervezés kérdésében?

Sohasem adok tanácsot.

Milyen különbséget lát az orosz és a külföldi kutatónők között?

Külföldön a nők élete, vagyis a mindennapi élet könnyebb, minden más ugyanolyan.

Szerepet játszhatott a korai sikerekben, hogy nő?

Egyáltalán nem; sőt, ellenkezőleg.

Szívesen beszélne valamiről, amiről nem kérdeztem?

Nem kérdezte meg, milyen emberi tulajdonságokat értékelek. Azt válaszolnám, hogy a humorérzék és az önkontroll mellett az önirónia képességét is nagyra tartom.

Az 1980-as évektől kezdve Irina Beleckaja fontos tisztségeket töltött be az IUPAC-ban (International Union of Pure and Applied Chemistry, a Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége). A szovjet képviselőket természetesen a felsőbb szervek delegálták, és nem a kollégák választották. De Irina biztosan elnyerte kollégái bizalmát, mert az 1990-es évek elején már ő vezette az IUPAC Szerves Kémiai Szekcióját, és 2001-ig abban az IUPAC-bizottságban dolgozott, amely a vegyi fegyverek elpusztítására szolgáló módszereket tárgyalta (Committee on Chemical Weapons Destruction Technologies, CWDT). Számos díjat, elismerést kapott a Szovjetunióban/Oroszországban és külföldön is.

RAHIL H. FREIDLINA

Kémikus



Rahil H. Freidlina
(Jan J. Kandror, Wiesbaden, szívességéből)

Hosszú utat kellett megtennie annak, aki az Orosz Birodalom elszegényedett zsidó munkáscsaládjában született a 20. század elején, gyerekkorában évekig süket volt, végül a Szovjet Tudományos Akadémia egyik nagy laboratóriumának vezetője lett. A kitartáson kívül a szerencse és a különleges körülmények is szerephez jutottak ebben a történetben.

Rahil Hackelevna Freidlina (1906–1986) Szamotyevicsiben született, a Mogiljovszkaja kerületben, a mai Fehéroroszország területén. Édesapja munkás volt, édesanyja a háztartást vezette: sok gyerekről kellett gondoskodnia. A család szegénységben élt. Rahil Freidlina gyerekkorában tört ki az első világháború, forradalmak zajlottak, polgárháború dúlt fel Szovjet-Oroszországot. Az iskolás évek előtt Rahilnak még a süketiséggel is meg kellett birkóznia. Hallása csak lassan, az iskola megkezdése után fejlődött ki. A halláskárosultság érzékennyé és fogékonyvá tette. Különleges élményt jelentett, amikor nemcsak hallani, hanem hallgatni is megtanult. Ezt olyan fokra fejlesztette, hogy később jegyzetek nélkül is emlékezett az előadásokra. Egyik barátja szerint az átalakulás „a hangok vákuumától a hangok szimfóniájáig” vezette el Rahilt.¹ A különleges képesség később nem tűnt el: ha olyan verset hallott, amelyik megtetszett neki, másnap is el tudta mondani.

Rahil és testvéreinek többsége egyetemre járt. Kutatók vagy orvosok lettek a szovjet rendszerben. Rahil a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemen végzett vegyészként. A PhD-nek megfelelő kandidátusi fokozatot 1936-ban szerezte meg; a híres kémikus és tudományirányító, Alekszandr Ny. Nyeszmejanov volt a témavezetője. Ekkor már a Szovjet Tudományos Akadémia Szerves Kémiai Intézetében dolgozott, Moszkvában. A náci Németország 1941. június 22-én megtámadta a Szovjetuniót, ezért az intézet hamarosan Kazánba költözött; Rahil is ott élt 1941 és 1943 között. A süketek életének javításában elért eredményeiért magas kitüntetésekert kapott.

1954-ben átment az Akadémia újonnan létesített Elemorganikus Vegyületek Intézetébe (INEOSZ). Az intézetet Alekszandr Nyeszmejanov alapította, és gondoskodott róla, hogy minden rendelkezésre álljon a sikeres kutatáshoz. Megtehetette, mert 1951 és 1961 között ő foglalta el a Szovjet Tudományos Akadémia elnöki székét. Kiemelkedő kémikus volt, felkészült és innovatív, mérhetetlenül hosszú publikációs listája azonban megnehezíti eredményeinek való értékelését. Feltétel nélkül kiszolgálta a szovjet rendszert, de a többi intézetigazgatónál bátrabban alkalmazott zsidó kutatókat. Tapasztalt politikus volt. Amikor Freidlina férjét letartóztatták – a bevett szokás szerint koholt vádakkal –, Nyeszmejanov azonnal leváltotta Rahilt a laborvezetői tisztségről. Ezt megalakulásnak, de védelemnek is tekinthetjük, hiszen a feleség így szinte láthatatlan lett. Rahil hálás volt főnökének, hogy eltüntette szem elől Sztálin utolsó éveinek legemberpróbálabb időszakában, amikor az antiszemita terror minden korábbit felülmúlt.

Rahil férje, Georgij E. Szirojezskin a fronton harcolt a második világháborúban. Kazánban Rahil és tizenegy éves fia egy kis szobában lakott, egy másik családdal együtt. Moszkvába visszatérve a háromtagú családnak egy tíz négyzetméternél nem nagyobb szoba jutott. A kommunális lakásban, ahol a szobát kiutalták nekik, a sok szoba mindegyikében egy-egy család lakott, az előszoba, a WC és a konyha közös volt. Rahil ideje jó részét az intézetben töltötte, nagydoktori disszertációján dolgozott. A fokozatot 1945-ben nyerte el. Végül az INEOSZ Elemorganikus Vegyületeket Szintetizáló Laboratóriumának vezetője lett.

A legmagasabb elismerés 1958-ban érte: a Szovjet Tudományos Akadémia levelező tagjává választották. Nem minden levelező tagból lesz akadémikus; Rahil Freidlina sem lett az, de tudóskörökben a levelező tagok ma is nagy tekintélynek örvendenek. Az Akadémia többi tagjához hasonlóan juttatások és előjogok jártak neki. Gyorsan hozzáteszem, hogy kollégái és szakterületének más művelői a tudásáért becsülték őt, nem a tisztségéért. Nyeszmejanov ezt mondta róla: „Rendkívül tisztán gondolkodik, néha szörnyű kínos helyzetbe hoz.” Aztán

hozzátette: „Értse meg, ennek a nőnek férfi agya van!”² Rahil élt-halt a kutatásért. A szovjet rendszer elkötelezett híve volt, hiszen a rendszer különleges lehetőségeket teremtett annak, aki – mint ő is – az orosz társadalom leghátrányosabb helyzetű rétegéből származott.

Elkötelezettsége mégsem jelentette azt, hogy minden olyan lépéssel egyetértett, amelyet meg kellett tennie, még ha teljesítette is az elvárásokat. Egyik korábbi diákja mesélte a következő történetet. Valamikor az 1970-es évek elején a laborba belépő Freidlina észrevette, hogy két kollégája újságot olvas. Nem látta még az aznapi sajtót, és ő is – feszülten – átfutotta a lapot. Kiderült, hogy azt a kutatói nyilatkozatot kereste, amelyet előző nap kellett aláírnia. Elolvasta a nyilatkozatot – Izraelt ítélték el egy hadműveletért –, és sóhajtva azt mondta: nem olyan rossz, mint várta. Ebből munkatársai megértették, hogy olvasatlanul kellett aláírnia a papírt.

Rahil Freidlina először fémorganikus kémiával foglalkozott, és fokozatosan terjesztette ki kutatásait az elemorganikus kémia különböző területeire. Egyik legsikeresebb munkája a telomerizációs reakció alkalmazása volt; ez a folyamat a telítetlen (egy vagy több kettős kötést tartalmazó) szerves molekulák láncreakciója. A reakció egyik résztvevőjét telogénnek nevezik: ez a „láncchordozó”. A folyamatban a telogén felbomlik, reaktív gyököket képez, amelyek megtámadják a telítetlen molekula végeit. A reakciót nem ő fedezte fel, de ő fejlesztette tovább, hogy új, nagy vegyületcsoportokat állítson elő. Rengeteg cikket írt. Az első 1934-ben jelent meg, összesen hétszáznegyven publikációja volt, és tömegtelen társszerzővel dolgozott együtt. Több mint kétszáz különböző név olvasható a cikkein, köztük az ország legtávolabbi vidékein, például Üzbegisztánban, Kazahsztánban és Örményországban élő, kiváló munkatársak nevei.

Rahil a legkeményebb szovjet idők tipikus kutatója volt abból a szempontból is, hogy nem beszélt idegen nyelveket, alig utazott külföldre, nem rendelkezett nemzetközi kapcsolatokkal. A német és az angol szakirodalmat azonban minden nehézség nélkül követte. A laboratóriumát tekintette igazi otthonának, a munkatársait igazi családjának. Sem a fiával, sem a menyével nem jött ki jól, az unokáját viszont imádta. Beosztottjaival „zsidó anya” módjára bánt. Mindig számíthattak rá. Nagyon körültekintően alakította a főnök szerepét. Amikor meg akart dicsérni egy javaslatot, szívesen használta a „genyigyeja” – genyialnaja igyeje, zseniális ötlet – kifejezést. Tudta, hogyan lelkesítse a kollégáit, hogyan sarkallja őket munkára, még több gondolkozásra. Nem közvetlenül tanította őket, hanem a saját példájával. Udvarias és tisztelettudó volt, betartotta az ígéreteit, igaz nem ígért olyat, amit nem tudott teljesíteni. Csak négy szemközt tett bíráló megjegyzéseket. Rahil Freidlinát nemcsak azok becsülték nagyra, akik szerették, hanem azok is, akik nem kedvelték.

JELENA G. GALPERN

Elméleti kémikus



Jelena G. Galpern
(Jelena Galpern szívességéből)

1985 szenzációja a szén új – grafittól és gyémánttól eltérő – formájának felfedezése volt. Az újfajta molekula a futball-labdára hasonlított – hatvan szénatomja egy csonka ikozaéder csúcsain helyezkedett el –, és „szuperstabil”-nak jósolták. Felfedezői hamarosan Nobel-díjat kaptak.

A nagy izgalom lassan lecsendesedett, és kiderült, hogy több mint egy évtizeddel az óriási visszhangot kiváltó felfedezés előtt két tudományos dolgozat is megjósolta ennek a hatvan szénatomos, C_{60} molekulának a stabilitását. Sajnos ezeket a cikkeket nehezen hozzáférhető lapokban publikálták, az egyiket Japánban, a másikat a Szovjetunióban, bár a teljes szovjet folyóirat angol fordítása Nyugaton is megjelent. A japán cikkben Eiji Osawa *feltételezte*, hogy egy C_{60} molekulának csonka ikozaéder lehet az alakja. A japán tanulmánytól független orosz dolgozat kvantumkémiai számítások alapján jutott ugyanerre a következtetésre; ezeket a számításokat – az akkori lehetőségekhez képest – nagyon bonyolultnak kell tekintenünk. Az orosz cikk egyik szerzője Jelena G. Galpern (1935–) volt.

Az 1970-es évek elején Jelena a PhD-nek megfelelő kandidátusi disszertációján dolgozott a Szovjet Tudományos Akadémia Elemorganikus Vegyületek

Intézetének (INEOSZ) Kvantumkémiai Laboratóriumában. A laboratóriumot Dmitrij A. Bocsvár (1903–1990) alapította néhány évvel korábban, és ő szabta meg a kutatás irányvonalát. Az intézet igazgatója, Alekszandr Ny. Nyeszmejanov egy időben foglalkozott a szénatomokból álló kalitkaszzerű molekulák előállításának gondolatával; a kalitkában más atomot vagy akár néhány más atomból álló csoportot képzelt el. Nyeszmejanov úgy gondolta, ezek az anyagok az alkalmazások széles tárházát rejtik magukban. Először azonban meg kellett találni a „heteroatomok”-at befogadó szénkalitkákat. A kvantumkémiai számítások akkoriban kibontakozó módszere jó lehetőséget kínált az elgondolás megvalósíthatóságának eldöntésére, ami Jelena PhD-témájának is megfelelt.

A szénkalitkák nagyon nagy rendszerek voltak az akkori számítási lehetőségekhez képest, ezért a legkisebbektől fokozatosan kellett haladniuk a nagyobbak felé. Így érkezett el Jelena a hatvan szénatomos rendszerekhez. Stabil alakot keresett, és számtalan formát kipróbált a számítások során, de annyi lehetőség volt még hátra, hogy az összes végigzongorázása reménytelen feladatnak tűnt. Valamilyik nap tapasztaltabb kollégája, Ivan Stankevics, aki épp egy focimeccsről jött vissza, azt javasolta, próbálja ki a futball-labda alakot. Néhány évvel korábban kezdtek csak ötszögű és hatszögű lapokból összevarrni a labdákat, amelyek persze gömb alakúak, de az analóg, öt- és hatszögekből álló testek hatvancsúcsos csonka ikozaéderek. Jelena számításai azt mutatták, hogy ez a hatvan szénatomos alak valóban stabil. A meccsen a két csapat húsz játékosa kilencven percig rúgja a labdát, amely bírja a strapát, tehát biztosan robusztus. Ezért a javaslat abból indult ki, hogy a hasonló alakú, csak szénatomokból álló molekulának is stabilnak kell lennie.¹

Amikor Jelena Galpern befejezte a számításait és elkészítette a cikk kéziratát, főnöke, Dmitrij Bocsvár úgy döntött, hogy a tekintélyes szovjet folyóiratban, a *Dokladi Akagyemii nauk SZSZSZR*-ben (a Szovjet Tudományos Akadémia Közleményeiben) publikálják.² A cikk 1973-ban rendben megjelent, s bár a folyóirat angol fordítása az oroszul nem tudók számára is rendelkezésre állt, a felfedezésre a Szovjetunióban és a világ többi részén sem figyeltek fel.

A cikket Jelena Galpern és Dmitrij Bocsvár jegyezte. 1985-ben egy kutatócsoport, Harold Kroto a Sussexi Egyetem (Anglia), Richard Smalley és Robert Curl a Rice Egyetem (Houston, Texas állam) tanárai néhány diájkjukkal együtt stabil C_{60} -at észleltek egy kísérletben, amelyet a Rice Egyetemen hajtottak végre. Amikor arra a következtetésre jutottak, hogy a molekula csonka ikozaéder alakú, a történet fordulóponthoz érkezett. Ez a gyönyörű molekula többé nemcsak Osawa álmaiban és Galpern számításaiban öltött testet, hanem a laboratóriumi kísérletben is. Az irodalom áttanulmányozása után a kutatók hamarosan megtalálták Osawa felvetését és Galpern számításait. Ők is nagy figyelmet kaptak,

de nem annyit, mint Kroto, Smalley és Curl, akik elnyerték az 1996-os kémiai Nobel-díjat.

Jelena kicsit zavarba jött a hirtelen népszerűségtől, amely hamar alábbhagyott. Csendben dolgozott, nem ért el látványos eredményeket. Az INEOSZ volt az egyetlen munkahelye, és észre sem vette, hogy legérdekesebb eredményét PhD-tanulmányai alatt érte el. Hogyan alakult volna a pályája, ha ő vagy professzora felismeri a C_{60} molekula jelentőségét? Mi történt volna, ha valaki észreveszi a cikkét, megpróbálja előállítani a C_{60} molekulát, és már évekkel korábban felhívja a figyelmet az izgalmas számításokra? Az INEOSZ mindenesetre felhagyott ezzel a kutatással. Nyeszmejanov valószínűleg lemondott a szénkalkákról, és másfelé terelte munkatársai figyelmét. Amikor a hírnév végre elérte Jelena Galpernt, nem sokat morfondírozott azon, hogy mi történhetett volna, hanem örült, hogy sokan érdeklődnek korai munkája után, még akkor is, ha ez az érdeklődés megkésve érkezett.

IRINA G. GORJACSEVA

Gépészmérnök



Irina G. Gorjacseva 2012-ben dolgozószobájában
(Irina G. Gorjacseva szívésségéből)

A statisztikák szerint az összes szakma között a mérnökihez társítják a leggyakrabban a „nőietlen” jelzőt, mert ezen a területen dolgozik a legkevesebb nő. De még a mérnöknők is nagy valószínűséggel elkerülik a tribológiát, azt a gépészmérnöki és anyagtudományi ágat, amely az egymással érintkező és egymáshoz képest mozgó felületek tervezésével, súrlódásával, kopásával, kenésével foglalkozik. Irina Gorjacseva azonban a tribológiára szakosodott, és nagyon sikeresen műveli. Az Orosz Tudományos Akadémia rendes tagja – akadémikus –, ami Oroszországban a legmagasabb és legritkább tudományos rang. Számos hazai és külföldi szakmai elismerés birtokosa. Legutóbbi díja: 2009-ben elnyerte a londoni Gépészmérnöki Intézet Tribológiai Aranyérmét.¹

Irina, leánykori nevén Irina Georgijevna Mitkevics, 1947-ben született Jekatyerinburgban (Szverdlovszkban, ahogy a szovjet időkben hívták), az Uráli körzet nagyvárosában, Moszkvától körülbelül ezeröttszáz kilométerre, keletre. Így írta le fiatalkorát:²

Szüleim már a második világháború előtt ott éltek. Édesanyám 1937-ben költözött Nyevjanszkba (Jekatyerinburg környéki kisváros) a sztálingrádi

műegyetem (Traktornij Insztitut) elvégzése után, mert a fémműben kapott munkát. A fémek nyomáskezelése volt a szakterülete. Ott ismerkedett meg édesapámmal, aki a szverdlovszki Uráli Állami Egyetem kémia tanszékén végzett, és szintén az üzemben dolgozott. 1940-ben együtt költöztek Szverdlovszkba, mert édesapám posztgraduális képzésre járt az Uráli Állami Egyetemre. Ebben az évben született meg a bátyám. Később édesapám elnyerte a doktorátust, és különböző egyetemeken töltött be kémiaprofesszori állást.

Kétéves koromban a család Nyizsnij Novgorodba költözött, a Volga mellé. Amikor iskolás voltam, Togliattiban éltünk,* Szamara közelében, szintén a Volgánál. Édesapámat az ottani műegyetem professzorává nevezték ki. Édesanyám a fémek kezelését tanította a műegyetemen. Togliatti környéke gyönyörű. Imádtam úszni a szamarai hidroelektromos állomás melletti mesterséges tóban (a Zsiguljovszki-tóban), túrázni a Zsiguljovszki-hegyekben, korcsolyázni, biciklizni. Korcsolyázni szerettem a legjobban; amikor a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemre jártam, folytattam a korcsolyázást, és bekerültem az egyetem csapatába, versenyeken is részt vettem.



Irina G. Gorjaceva 2010-ben átveszi a Tribológiai Aranyérmét és oklevelet az Egyesült Királyság moszkvai nagykövetségén (Irina G. Gorjaceva szívességéből)

Az iskolában Irina a matematikát, a fizikát és a kémiát szerette. Ezekből a tárgyakból részt vett az olimpiákon, és gyakran ő nyert. A matematika volt a ked-

* 1964-ben a várost az olasz kommunista párt vezetőjéről, Palmiro Togliattiról nevezték el.

vence: „Azokból a könyvekből, amelyeket a szüleimtől kaptam, többet tanultam, mint az iskolában, ahol a tantervet követtük. Élveztem, ha igazi feladatok megoldásával próbálkozhattam, és örültem, ha sikerült.” Nem csoda, hogy az ország legjobb egyetemére akart menni.

A Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetem Oroszország (azelőtt a Szovjetunió) legjobb egyeteme. 1965-ben aranyéremmel zártam a középiskolát Togliattiban, és úgy döntöttem, ide felvételizem. Sok fiatal gondolkodott ugyanígy. Nagyon erős verseny volt, tizenhárman jelentkeztünk egy helyre. Mindenkinek négy vizsgát kellett letennie: kettőt matematikából (egy írásbelit és egy szóbelit), egyet fizikából és egyet orosz fogalmazásból. Az eredményeim alapján felvettek. A matematika (Matematikai Kar), a mechanika (Mechanikai Kar) és az informatika (Numerikus Analízis és Informatikai Kar) között választhattam. A Mechanikai Kar mellett döntöttem, mert szerettem az új anyagokhoz, ipari berendezésekhez kapcsolódó feladatokat. Édesanyám korábban elmesélt néhányat, és engem érdekelt ez a terület. Utolsó középiskolai éveim alatt már jártam néhány nagy gyárban Togliattiban, és rövid gyakorlati képzésen is részt vettem. Az egyetemi csoportomban alig akadt lány.

Diplomázás után az egyetemen maradtam posztgraduális képzésre. A témavezetőm Lev A. Galin professzor volt, a mechanika kiváló szakértője. Az érintkezési mechanikáról szóló első könyve 1953-ban jelent meg, 1961-ben angolra is lefordították. A szakmában majdnem mindenkinek ott volt az asztalán. Szerencse, hogy tőle tanulhattam, és nála írhattam a PhD-disszertációm. Ő keltette fel az érdeklődésemet a tudományos kutatás iránt, és ő mutatta meg a mechanikai problémák analitikai megoldásának szépségét. A doktori disszertációmban a viszkoelasztikus testek gördülő érintkezését és a gördülő ellenállás modellezését vizsgáltam. 1974-ben szereztem meg a PhD fokozatot. Az Orosz Tudományos Akadémia Mechanikai Problémák Intézetében kaptam munkát, Galin professzor laboratóriumában.

Az érdesség hatását vizsgáltam érintkezések esetén, és kidolgoztam egy módszert azoknak az érintkezési feszültségeknek a kiszámítására, amelyek a kopási folyamat miatt lépnek fel. Ezzel a módszerrel a kapcsolódó gépelemek (például csapágyak, fogaskerekek, tömítések, dugattyúgyűrűk) élettartamát jósolják meg. 1979-ben a kutatás-fejlesztés terén elért eredményeimért megkaptam a fiatal kutatóknak járó legmagasabb szovjet kitüntetést, a Lenini Komszomol Díját.

1988-ban Irina a tudomány doktora címet is elnyerte, és 1996-ban ő lett az intézet Tribológiai Laboratóriumának vezetője. Ugyanekkor professzorrá nevezték ki a Moszkvai Fizikai-Műszaki Intézetben (MFTI), ahol 1979 óta tanított mechanikát. 1997-ben az Orosz Tudományos Akadémia levelező tagjává választották, és szokatlanul hamar, már 2003-ban rendes tag lett.

Irina az érintkezési mechanika, az egymással érintkező szilárd testek viselkedésének szakértője. Gyakran él a matematikai modellezés eszközével, például amikor olyan problémákat vizsgál, hogy mi történik, ha két, nyomás alatt álló szilárd test érintkezik egymással, vagy ha két, egymáshoz képest mozgó szilárd test érintkezik. Az utóbbi a tribológia központi kérdése. Irinát azért érdeklik a mechanikának ezek az aspektusai, mert tisztázásuk fontos az ipar számára. Példát keresve a tribológiára, az autógumi és az út vagy a vonatkerék és a sín felületének az érintkezése jut az eszembe. Tehát ha úgy érezzük is, hogy Irina munkája nagyon elvont, a mindennapi életben jelentkező vetületei ismerősek. A vasúttársaságok, az autógumi-gyártók, a gépgyárak például az ő eredményei alapján választanak megfelelő anyagot a termékeikhez, és az ő munkáját veszik alapul, amikor kenőanyagot keresnek a felületek kezeléséhez.

Irina a Moszkvai Fizikai-Műszaki Intézetben és a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemen tanít, PhD-diákjai munkáját irányítja és az Orosz Tudományos Akadémián is vállal feladatokat.

Az Elméleti és Alkalmazott Mechanika Orosz Nemzeti Bizottságának az elnöke vagyok (2011-ben választottak meg). A bizottságot 1956-ban alapították. Első elnöke a híres akadémikus, Ny. Muszhelisvili volt. A bizottság ma négyszázötven tagot számlál. Mechanikai konferenciákat szervezünk Oroszországban, és az IUTAM (az Elméleti és Alkalmazott Mechanika Nemzetközi Szervezete, International Union of Theoretical and Applied Mechanics) minden programjához kapcsolódunk; ilyen például az IUTAM-konferenciák szervezése. Az Orosz Tudományos Akadémián a Tribológiai Tudományos Tanács elnöke vagyok. A tanács elősegíti az oroszországi és a külföldi tribológusok együttműködését, tribológiai konferenciákat szervez és így tovább. Most az Encyclopedia of Tribology orosz változatának kiadását készítjük elő. Persze, rengeteg dolgom van, de igyekszem a lehető legjobban megszervezni a munkámat.

Irina az Orosz Tudományos Akadémia Energetikai, Gépészeti, Mechanikai és Folyamatszabályozási Osztályának vezetője. Ő az egyetlen nő az osz-

tály vezetőségében, de az osztálynak van még egy női tagja, akit nemrég választottak meg. Irina négy monográfiát írt az érintkezési mechanika és a tribológia tárgyköréből, a szakterület első kézikönyvének, a *Fundamentals in Tribology*-nak (A tribológia alapjainak) is a társszerzője.

Néhány szó a családi életéről. Jövendőbeli férjével, Alekszandr Gorjacsevvel a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemen ismerkedett meg. Doktori tanulmányaik alatt, 1972-ben házasodtak össze. Férje matematikus, a Moszkvai Állami Mérnökfizikai Intézet professzora. Ezt az intézetet 1942-ben alapította Igor Kurcsatov, a szovjet atomkutatás atyja; ma elemirészecske-fizikai és magfizikai kutatásokat folytatnak. A Gorjacsev házaspárnak 1974-ben kislánya született. Jekatyerina a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetem biológia szakán végzett, biofizikából szerzett PhD fokozatot. Az Orosz Tudományos Akadémia Semjakin és Ovcsinnikov nevét viselő Bioorganikus Kémiai Intézetében dolgozik.

Barátainktól tudjuk, milyen nehéz volt felnevelni egy gyereket a Szovjetunióban – két, tudomány iránt elkötelezett kutatónak még a szokásosnál is nehezebb. Érdekelt, hogyan küzdött meg Irina és Alekszandr a nehézségekkel:

Amikor a lányom kicsi volt, nagyon sokat segítettek a szüleim. Kalinyingrádban laktak, a Balti-tengernél, és minden évben náluk nyaraltunk. A lányom hároméves korában kezdett óvodába járni – az intézetigazgatóm segítségével sikerült elhelyeznünk. Az óvoda közel volt a lakásunkhoz; vagy velem ballagott át reggel, vagy Alekszandrral. Kétszer egy héten korcsolyázni is vittük. Az általános iskola első éveiben műkorcsolyázni tanult.

Jekatyerina és a férje több gyereket akart. Végül négyet vállaltak, így sok nagymamai feladat vár rám. Két unokám már iskolás, az egyik kislány óvadás, a legkisebbre pedig a másik nagymama vigyáz. Az összes gyerek minden hétvégén nálam van; együtt töltjük a szombatot és a vasárnapot. Nagyon szeretem ezeket az órákat.

Megkérdeztem Irinát, jól látom-e, hogy a Szovjetunióban a kutatók nagyobb megbecsülésnek örvendtek, mint most Oroszországban: „Igen, így van. A Szovjetunióban a kutatók a társadalom elismert tagjai voltak. A fiatalok nagyon fontosnak tartották, hogy jó egyetemre járjanak, és utána egyetemen vagy kutatóintézetben dolgozzanak. Erős verseny alakult ki közöttük, és nagyon törekedtek arra, hogy kutatók vagy jó ipari fejlesztőmérnökök legyenek. A fiatalok most az üzleti világban akarnak dolgozni, ahol sokkal magasabbak a fizetések, mint a kutatóintézetekben.”

Irina Gorjacseva példakép lehet azok előtt a fiatalok előtt, akik a kutatói pályát választják. Az orosz társadalomban kevés férfi és nő ér el az övéhez hasonló magas pozíciót. Megbecsült tanár, jó témavezető, és kimagasló eredmények fűződnek nevéhez azon a „nőietlen” pályán, amelyet ő maga választott.

A leírtakkal összecseng annak a laudációnak néhány mondata, amely a londoni Gépészmérnöki Intézet díjának átadásakor hangzott el néhány éve: „Gorjacseva akadémikus ismert arról, hogy nagyon világosan fogalmazza meg az alapelveket, amelyeket aztán precízen alkalmaz a mérnöki problémák megoldására – ez avatja őt az oktató és a kutató ragyogó példájává. A természet- és a mérnöki tudományok terén elért eredményei nemcsak az orosz tudományt, hanem az egész világ tudományát gazdagítják, ezért méltó a világ legnagyobb tribológiai kitüntetésére, a Tribológiai Aranyéremre.”³

ANTONYINA F. PRIHOTKO

Fizikus



Antonyina F. Prihotko férjével, Alekszandr Lejpunszkij fizikussal 1928-ban Leningrádban
(Borisz Gorobec szívességéből)

A Szovjetunióban Antonyina Fjodorovna Prihotkót (1906–1995) nagy fizikusnak tartották, de a külvilág alig ismerte. Sohasem lépte át a Szovjetunió határát. Nem akarta magát kitenni az útlevélkérelem elbírálásával járó megalázó procedúrának, amelynek során a kommunista párt és az állambiztonság szervei a magánéletében kutakodtak volna. Egyszer részt vett egy párttaggyűlésen, ahol személyesen megtapasztalta, milyen szégyentelenül vájkálnak az emberek legszemélyesebb ügyeiben. Ezután még a pártba sem volt hajlandó belépni. A külföldi utazással kapcsolatban pedig kijelentette, hogy akkor utazik Párizsba, ha „ők”, mármint a hatóság, kész útlevelet és vízumot adnak a kezébe. Mondanom sem kell, hogy nem adtak.

Pedig családjának életrajzírója szerint Nyugaton a Szovjetunió legjobb reklámja lett volna.¹ Az Ukrán Tudományos Akadémián ő volt az egyetlen női fizikus, sőt az egyetlen női rendes tag, és gyönyörű nőnek tartották (ami ma nem hangzik politikailag korrektnek, de amikor beszélgettünk róla, mindenki megemlítette ezt, és ő még a „politikai korrektség” előtt élt).

Antonyina kozák családba született, Pjatyigorszkbán. 1923-ban lett a Lenin-grádi Műszaki Egyetem fizikushallgatója. Az egyetemen ismerkedett meg Alek-

szandr Iljics Lejpunzkijjal; 1926-ban házasodtak össze. Férje zsidó származása megnehezítette az amúgy sem könnyű szovjet életet. 1930-ban a házaspár Harkovba költözött (ekkor ez volt Ukrajna fővárosa). Mindketten az Ukrán Fizikai-Műszaki Intézetben (UFTI) kaptak állást. Hamarosan kislányuk született, Alekszandr Lejpunzkijt pedig kinevezték az UFTI igazgatójának. Nemsokára azonban szörnyű időszak vette kezdetét. Az 1936 és 1938 közötti évek a nagy tisztogatás vagy a sztálini terror éveiként híresültek el. Az embereket – a magas katonai vagy polgári beosztásban dolgozó embereket is – koholt vádakkal tartóztatták le, kirakatpercekben ítéleztek felettük, és azonnal kivégezték vagy hosszú évekre kényszermunkatáborokba száműzték őket. Az UFTI néhány legzseniálisabb fizikusa is erre a sorsra jutott; Lejpunzkij sem számíthatott másra. Az ország egyik vezető fizikusa volt; irányítása alatt az UFTI a legjobb szovjet fizikai kutatóintézetek közé tornázta fel magát. Ismertsége miatt még a többiek-nél is veszélyesebb helyzetbe került: „a nép ellenségé”-nek kiálthatták ki. Ezzel a lehetőséggel ő is tisztában volt, ezért feleségével megbeszélte, mit kell tenni, ha letartóztatják. Ennyit tudunk a családtagoktól. Azt azonban nem tudjuk, csak a későbbiekből sejtjük, hogy milyen elhatározásra jutottak.

Mielőtt bármi történt volna, óvintézkedésként a lányukat elküldték Antonyina Harkovtól távol élő rokonaihoz. 1938-ban a titkosrendőrség valóban letartóztatta Alekszandr Lejpunzkijt. A következő nap Antonyina Prihotko nyilvánosan elítélte a férjét, azzal a váddal, hogy az UFTI vezetése közben elvesztette az éberségét, és hagyta, hogy német ügynökök szivárognak be az intézetbe. Kategorikusan elhatárolódott a férjétől. Lejpunzkij a legborzalmasabb ítéletre számíthatott „bűnei” miatt, de szerencséje volt, hogy csak a nagy tisztogatás lecsengése idején került sorra. Kéthavi raboskodás után kiengedték a börtönből – mind a mai napig nem tudjuk, mi történt valójában.²

Csak feltételezhetjük, hogy Antonyina Prihotko előzetes megállapodásuk szerint cselekedett, mert férje kiszabadulása után ugyanúgy folytatták harmonikus házasesetüket, mintha mi sem történt volna. Amikor a lányuk néhány hónappal később visszatért a rokonoktól, semmilyen változást nem vett észre, és csak évekkel később tudta meg, mi történt a távollétében. Még pletykákat sem hallott édesapja „kalandjáról”, mert ilyesmiről akkoriban nem beszéltek.

Antonyina Prihotko, aki már diákként kezdte tanulmányozni a kriokristályokat, kiváló mentorra talált Ivan V. Obrejmov, a Szovjet Tudományos Akadémia későbbi rendes tagja személyében. A kriokristályok csak rendkívül alacsony hőmérsékleten szilárdulnak meg. Antonyina kedvenc kísérleti anyaga a szilárd oxigén volt. Hamarosan megkapta a PhD-vel ekvivalens kandidátusi fokozatot, 1943-ban pedig a nők közül elsőként szerezte meg a fizikai-matematikai tudományok doktora címet. A Szovjetunióban és a mai Oroszországban a „nagy-

doktori” fokozat odaítélését jelentős tudományos eredményhez kötik; az egyetemeken ez a professzori, a kutatóintézetekben a laboratóriumvezetői kinevezés feltétele.

Antonyina teljesítménye azért is figyelmet érdemel, mert doktori disszertációját a második világháború alatt, az evakuálás után fejezte be és védte meg. Laboratóriuma Ufa városába került, Harkovtól körülbelül ezeröttszáz kilométerre, északkeletre. Kollégáival együtt olyan feladatokon dolgozott, amelyek megoldása a védelmi tevékenységet segítette elő. Antonyina arról is gondoskodott, hogy kísérleti anyaga, amelyre szüksége volt a doktori disszertációjához, szintén Ufába kerüljön.

1944-ben, amikor visszatért az evakuálásból, a kijevi Fizikai Intézetben megszervezte a kristályfizikai osztályt (időközben Kijev lett Ukrajna fővárosa). Folytatta az élvonalbeli kutatómunkát, ő fedezte fel kísérleti úton a molekuláris excitonokat, a kristályszerkezetben keletkező gerjesztések vándorlását a kristályrács egyik cellájából a másikba. Később, a kísérleti felfedezés után, más fizikusok dolgozták ki a molekuláris excitonok elméletét. 1966-ban az excitonok vizsgálatában részt vevő kutatók, köztük Antonyina Prihotko, megkapták a Lenin-díjat, a Szovjetunió legmagasabb kitüntetését, amely azért is különleges, mert csak egyszer lehetett elnyerni (a Sztálin-díjat – a későbbi Állami Díjat – minden korlátozás nélkül, többször odaítélhették ugyanannak a személynek).

Antonyina Prihotko nemcsak kiváló fizikus volt. Barátságos, de tekintélyes embernek tartották: a tudományos vitákban megmutatkozó szigorúsága miatt „kiköpött vaslady”-nek nevezték. Ez azonban nem csökkentette a népszerűségét kollégái körében, és amikor intézete krízisbe került, az Ukrán Tudományos Akadémia elnöke őt kérte fel az irányítására. Az Akadémia vezetése tudta: csak komoly tudósnak lehet akkora tekintélye, hogy az összes kolléga kövesse az utasításait. Őt évre vállalta el a feladatot, 1965 és 1970 között. Az igazgatói munka után még sokáig az intézet első számú kutatója maradt. Vezetési elve egyszerű és világos volt. Csak olyat ígért, ami teljesíthető, és utána be is tartotta az ígéreteit.

Egyetlen gyengéjéről tudunk csak – sokat dohányzott. Talán így csökkentette azt a rettenetes feszültséget, amelyet a férje letartóztatása, a háború, az evakuálás, a kutatás háború utáni újrakezdése jelentett. Később, a „normális” időkben is óriási feszültséggel járt a tudományos kutatás – a Nyugattal versenyeztek, miközben el voltak zárva tőle. Antonyina Prihotko minden próbát kiállt, és (a dohányzástól eltekintve) ma is példakép.

INDIAI KUTATÓNŐK

2011 őszén két hetet töltöttem Indiában. Előadásokat tartottam a kutatásaimról, a szerkezeti kémiáról és a nők tudományban elfoglalt helyzetéről. Az előadásokra három nagy kutatási központban került sor: a Biológiai Tudományok Országos Központjában, Bengaluruban (Bangalore-ban), a Tata Alaputatási Intézetben, Mumbaiban (korábban Bombay) és az Indiai Műszaki Egyetemen, Delhiben. A kutatónőkről szóló előadásaim fogadtatása, a nagyszámú hallgatóság, az előadások utáni kérdések, majd a tanárokkal és a diákokkal folytatott élénk viták egyaránt feledhetetlen élményt nyújtottak. Külön is találkoztam női professzorokkal, és beszélgettem velük az életükről, az indiai nők társadalmi szerepéről. Ez a rész ezekből a beszélgetésekből született.

Előre kell bocsátanom, hogy amikor az indiai nők és a tudomány kapcsolatáról beszélünk, és a diákoktól a professzorokig minden szintet számba veszünk, India népességének nagyon kis részére korlátozódunk, s én természetesen ennek a kis résznek is csak egy morzsájáról alkothattam képet. Ennek ellenére úgy érzem, hogy rengeteget tanultam. Az indiai társadalom bonyolult szerkezetű; osztályokból, kasztokból áll, és egy erősen patriarchális rendszer hagyományait őrzi. A 2011-es népszámlálás szerint az országnak még mindig nagy gondot jelent az analfabéták nagy aránya;¹ az indiai nők 65,5 százaléka, a férfiak 82,1 százaléka tud csak írni-olvasni. Ez óriási terhet ró a kormányra. Rendkívüli erőfeszítéseket tesznek, hogy az írástudatlanság felszámolása érdekében az ország számos távoli vidékén is megfelelő iskolákat hozzanak létre. Ebben a részben nem foglalkozom az indiai társadalom rétegződésével, mert a tanult nők – különösen a professzorok vagy akik hasonló szintet értek el – középosztálybeli értelmiségi családokból származnak. Ezek egyáltalán nem jellemzőek az indiai társadalomra.

A nők helyzete kényes és bonyolult. Egyrészt nagyfokú az írástudatlanság. Másrészt az 1947-es függetlenné válás idején India törvénybe iktatta a nagykorú állampolgárok általános választójogát, és már 1960-ban népszerű női miniszterelnök, Indira Gandhi kormányozta az országot – amikor a nyugati országok többségében ilyesmi szóba sem jöhetett.

A 19. század végén, a 20. század elején élt már néhány ismert indiai női tudós. Hármat említek közülük a *Lilavati's Daughters. The Women Scientists of India* (Lilavati lányai. India női tudósai) című könyvből.² Mindegyikük más területen tűnt ki: Anandi Gopal volt az első női orvos Indiában; Janaki Ammal növényteni, Asima Chatterjee kémiai kutatásokat folytatott.

Anandi Gopal (orvos)³

Anandi Gopal (1865–1887) az indiai nők közül elsőként tanult külföldön. Ő lett India első női orvosa. Sajnos korai halála miatt hivatását nem gyakorolhatta. Egy Mumbai melletti kisvárosban született. Kilencévesen adták férjhez. Férje, aki a nők oktatásának híve volt, elhatározta, hogy megtanítja őt angolul írni, olvasni és beszélni. Anandi olyan fogékonynak mutatkozott, hogy a férje diplomás nőt akart faragni belőle. Az Egyesült Államokba küldte tanulni. Abban az időben nem voltak női orvosok Indiában, és az asszonyok általában szégyelltek férfi orvosokat felkeresni a bajaikkal. Anandi férje emiatt is fontosnak tartotta felesége orvosi tanulmányait. Anandi a Pennsylvániai Női Főiskolára járt, Philadelphióban. Bár az övétől nagyon eltérő kultúrában kellett élnie és tanulnia, sikerült orvosi diplomát szereznie, de közben, sajnos, tuberkulózist kapott. Hazatérése idején rosszabbodott az állapota. Az Indiába tartó hajó orvosa megtagadta a barna bőrű nő kezelését. Az otthon felkeresett specialista szintén nem segített rajta, mert „átlépte a társadalmi határokat”. Anandi huszonkét évesen halt meg. Története még ma is tanulásra ösztönzi a lányokat. Az ő nevét viseli egy ösztöndíj, amelyet azok a fiatal nők nyerhetnek el, akik a nők egészségének megőrzésén dolgoznak.

E. K. Janaki Ammal (botanikus)⁴

Edavaleth Kakkat Janaki Ammal (1897–1984) kulturált, jómódú családba született Keralában, India egyik déli államában, amelynek néhány vidéke a matrilinearitás elvét követte (a származás szempontjából az anya vérvonalát tartották mérvadónak). Ezekben a családokban a nők sokkal szabadabban éltek, mint az ország többi részén, és lányaikat tanulásra biztatták. Janaki Ammal Indiában kezdte meg tanulmányait, de a Michigani Egyetemen szerzett mester- és PhD fokozatot. Egy ideig tanított, majd huzamosan Angliában dolgozott citológusként (a citológus munkájának középpontjában a sejt szerkezete és működése áll). Janaki a cukornádat tanulmányozta, számos hibridjét állította elő. A kromoszómavizsgálatok során érdekes felfedezései születtek. 1945-ben egyik munkatársával közösen jelentetett meg könyvet *The Chromosome Atlas of Cultivated Plants*⁵ (A termesztett növények kromoszómaatlasza) címmel.

A független India első miniszterelnöke, Jawaharlal Nehru visszahívta Indiába, hogy szervezze újra az ország botanikai felmérését. Janaki Ammal sokféle növényt tanulmányozott, többek között gyógynövényeket. Különböző vezetői állásokat töltött be, számos megbízatásnak tett eleget – mindig a kormány felkérésére. Egy időben például ő irányította Dzsammuban a Központi Botanikai Laboratóriumot.

Elősegítette, hogy a fizikai Nobel-díjas Chandrasekhar V. Raman és hatvanhárom férfi professzortársa megalapítsa az Indiai Tudományos Akadémiát Bengaluruban. Az Akadémiának ő volt az első női tagja. Sok más elismerést és kitüntetést is kapott. A Michigani Egyetem díjának indoklása szerint Janaki Ammal „az alapos és pontos megfigyelés képességével van megáldva; személye és türelmes munkája modellként szolgál a komoly és elkötelezett kutatók számára.”⁶

Asima Chatterjee (kémikus)⁷

Asima Chatterjee (1917–2006) Kalkuttában született, az akkori Kelet-India Bengál tartományában. Édesapja orvos és amatőr botanikus volt. Asimát a kémia érdekelte; a Kalkuttai Egyetemen szerzett mester-, majd DSc fokozatot – előtte egyetlen nő sem jutott el a doktorátusig az indiai egyetemeken. Tanulmányai befejezése után megalapította a kalkuttai Lady Brabourne College kémiai tanszékét, amelyet hét évig vezetett. Ezután amerikai és svájci egyetemeken dolgozott több éven át, majd visszatért a Kalkuttai Egyetemre. 1962-ben az indiai nők közül elsőként ő kapott rangos egyetemi tanári kinevezést: elnyerte a kémia Khaira professzora címet.

Egész életében foglalkoztatta az orvosi kémia. Az indiai gyógynövényeket tanulmányozva jelentős eredményeket ért el. Két sikeres gyógyszert szabadalmaztatott, az egyiket az epilepszia, a másikat a malária kezelésére. Rengeteget publikált. Ő volt a *The Treatise on Indian Medicinal Plants* (Tanulmány az indiai gyógynövényekről) című könyvsorozat főszerkesztője; a kötetek az orvosi alkalmazásra helyezték a hangsúlyt.⁸ Az Indiai Nemzeti Tudományos Akadémia 1960-ban választotta tagjai sorába. 1975-ben az Indiai Tudományos Kongresszus Szövetség (Indian Science Congress Association) első női elnöke lett. Rendhagyó életének ez is egyik „elsősege” volt.

Most azoknak a mai kutatónőknek a történetei következnek, akikkel személyesen találkoztam Bengaluruban, Delhiben és Mumbaiban. Vannak közöttük ismertebb nők, az Indiai Tudományos Akadémia tagjai, és kevésbé ismertek is. Mindannyian lelkes kutatók.

CHARUSITA CHAKRAVARTY

Kémikus



Charusita Chakravarty 2011-ben Delhiben
(Hargittai Magdolna felvétele)

Charusita szülei nagy családokban nőttek fel, ezért már gyermekkorában sokféle tudományos, társadalmi és politikai hatás érte. „Édesapám döntő befolyást gyakorolt rám: széles intellektuális érdeklődésű ember volt, és nagyon odafigyelt a tanulmányaimra, az olvasmányaimra, bármi is érdekelt. Az Egyesült Államokban születtem, tehát maradhattam volna Amerikában, de én India mellett döntöttem, ami valószínűleg ebből a neveletésből fakadt.”¹

Charusita Chakravarty 1964-ben született Cambridge-ben, Massachusetts államban. Édesapja ekkor a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) közgazdasági karán dolgozott. Charusita apai nagyapja ügyvédcsaládból származott, ő maga a bírói hivatást választotta. Anyai nagyapja vegyészek ivadéka volt: az ő családja létesítette az egyik első vegyi gyárat Bengálban. A nagyapa azt akarta, hogy a lánya kémiát tanuljon, majd vegye át a gyárat. Charusita édesanyját azonban nem érdekelte a kémia; közgazdász lett. Férjével együtt a Delhi Egyetemen tanított. Sokat utaztak: vagy tanulni, vagy dolgozni mentek Európába és az Egyesült Államokba.

Charusita férje fizikus, Ramakrishna Ramaswamy; egy lányuk van. Megkérdeztem, hogy az ő házasságukat is a család intézte-e. „Jaj, nem – válaszolta –, azt hiszem, ez nagy terhet jelentett volna a szüleimnek. Nálam idősebb férfit választottam, aki már elvált; ebből azért volt egy kis vita.” Húsz éve házasok.

Sokáig szerencsésen alakult az életük, mert ugyanabban a városban, Delhiben kaptak munkát. 2012-ben azonban a férje elfogadta a Haidarábadi Egyetem rektori állását (Indiában ezt alkancellárnak hívják), így Delhitől ezer kilométerre dolgozik. „Ingázó házasságban” élnek, a férje havonta néhány alkalommal megy csak haza. Amikor Charusita felidézte és értékelté azt a hagyományostól eltérő, kozmopolita légkört, amelyben felnőtt, szülőként is gondolkozott: „Azt akarom, hogy a lányom önállóan el tudja dönteni, hogyan egyensúlyozzon a nőkre nehezedő számtalan teher között.”



Charusita Chakravarty, Hargittai Magdolna és Riddhi Shah az Indiai Műszaki Egyetemen 2011-ben, Delhiben (Hargittai István felvétele)

Charusita Delhiben szerezte meg BSc fokozatát. PhD-disszertációját Angliában, a Cambridge-i Egyetemen írta. Posztdoktori éveit a Kaliforniai Egyetemen, Santa Barbarában töltötte. Most az Indiai Műszaki Egyetem kémia professzora. Szakterülete az elméleti kémia és a kémiai fizika. Kvantumkémiai és klasszikus számítógépes szimulációkkal törekszik a folyadékok viselkedésének és tulajdonságainak minél jobb megismerésére. Elsősorban a fázisátalakulás és az önszerveződés érdekli. Egyik kutatási területe a víz anomális tulajdonságainak és ezek hidratációra kifejtett hatásának a vizsgálata. Szeretné feltérképezni az olyan vízszerű anyagok szerkezetét, termodinamikai és transzporttulajdonságai közötti kapcsolatokat is, amelyek a vízhez hasonlóan anomális termodinamikai és kinetikai viselkedést mutatnak, de a jelenségekhez vezető kölcsönhatások nagyon eltérőek a vízbeliéktől. Ez az elméleti munka tágabb kontextusba illeszkedik: hozzájárulhat olyan fontos folyamatok megértéséhez, mint a fehérjék feltekeredése és a nanométeres léptékű önszerveződés.

Munkáját már eddig is elismerték; Charusita a bengalurai Indiai Tudományos Akadémia tagja, és elnyerte az S. S. Bhatnagar-díjat. Pontosan látja, milyen nehézségekkel kell megküzdeniük a nőknek a tudomány területén; gondolataira az indiai kutatóknak szóló rész összegzésekor még visszatérek.

ROHINI GODBOLE

Részecskefizikus



Rohini Godbole 2011-ben Bengaluruban
(Hargittai Magdolna felvétele)

A *Times of India* 2011. november 9-i száma ezzel a főcímmel jelent meg: „Az IISc professzora dicsőséget hoz Indiának a CERN-ben.” Az IISc a bengalurai Indian Institute of Science (Indiai Tudományos Intézet) nevének rövidítése.¹ A cikk Rohini Godbole professzorról szól, aki az IISc Nagyenergiájú Fizikai Központjában dolgozik. A sajtó az egész országban beszámolt Rohini részvételéről abban a grandiózus kísérletben, amelyben a Higgs-részecske – vagy Higgs-bozon – után nyomoztak a CERN genfi Nagy Hadronütköztetőjében.²

Rohini Godbole sikeres elméleti részecskefizikus. Az elemi részecskéket tanulmányozza. Sok nemzetközi együttműködésben vesz részt, hosszú időszakokat tölt külföldön. Egyik munkájában kollégájával együtt azt vizsgálta, milyen szempontokat kell figyelembe venni a nagyenergiájú elektron-positron ütköztetők tervezésekor a nagy energiával mozgó protonok kölcsönhatásai miatt. Eredményükre gyakran „Drees–Godbole-hatás”-ként hivatkoznak. Egy másik kollégájával szintén nagyon hasznos modellt állított fel, amelyet „Godbole–Pancheri-modell”-nek neveznek.

Az utóbbi harmincöt évben Rohini is a Higgs-részecske keresésével foglalkozott. Elméleti fizikusként nem vett részt közvetlenül a kísérletekben, hanem a

részecske megtalálására gondolt ki módszereket. A kísérleteket végző kollégák fel is használták néhány javaslatát. 2012. július 4-én jelentették be a CERN-ben, hogy megtalálták a Higgs-bozont. Rohini Godbole így emlékszik arra a napra: „A bejelentésre itteni idő szerint reggel 9-kor került sor. Én is a hallgatóság soraiban ültem. Libabőrös voltam az izgalomtól. Az összes részecskefizikus, aki az utóbbi harminc évben részt vett a Higgs-vadászatban, egy álom valóra válását élhette át. Erről álmodtunk, ezért dolgoztunk.”³ Rohini véletlenül éppen aznap kezdte meg a Standard Modellről szóló előadás-sorozatát, amikor a CERN-ben bejelentették a Higgs-részecske felfedezését. A Higgs-részecske megtalálása a Standard Modell érvényességének fontos bizonyítéka.

Rohini így mérlegelt körülbelül fél évvel a felfedezés előtt:⁴

Mi történik, ha felfedezzük? Mit jelent a Higgs-részecske? A részecskefizikusok lényegében leírják a részecskék közötti kölcsönhatásokat, amelyeket az utóbbi ötven évben többé-kevésbé megismertünk, és beillesztettünk a Standard Modellbe. Minden a helyén van, de hiányzik egy elem, ezért ez a felfedezés lenne a zárókő. Ha házat építenénk, ez a részecske lenne a tető. Ha nem találjuk meg a Higgset, azt jelentené, hogy kártyavárat építettünk, amely egyszerűen összeomlik. Ha viszont megtaláljuk, erős alapokon áll a házunk. A részecskefizikusok többsége egyetért abban, hogy a részecske megtalálása csak idő kérdése. Megkockáztatom, az elméleti fizikusok számára még izgalmasabb lenne, ha nem találjuk meg, mert akkor teljesen új modellt kell alkotnunk a részecskék kölcsönhatásának és a világegyetem eredetének értelmezésére. De ahogy mondtam, hiszek abban, hogy megtaláljuk. Ha így lesz, a tömege már a megtalálása pillanatában elárul valamit azokról a fizikai összefüggésekről, amelyeket fel kell még tárnunk: segít a sötét anyag, valamint az anyag és antianyag közötti aszimmetria megértésében. A Standard Modellnek ezt a két aspektusát még nem tudjuk megmagyarázni; a többi fizikai jelenség nagy pontossággal értelmezhető a modell keretein belül.

Rohinit ma is ugyanúgy lefoglalja a kutatás, mint korábban.

Rohini Godbole 1952-ben született Púnában, egy Mumbaitól százötven kilométerre, délkeletre fekvő, nagy kulturális központban. Három lánytestvére van. Szülei – édesanyja tanár volt – és nagyszülei fontosnak tartották, hogy a gyerekek színvonalas oktatást kapjanak. Egyik testvére orvos, a másik kettő természettudományt tanít. Rohini olyan leányiskolába járt, ahol a tantervben nem szerepeltek természettudományos tárgyak: ezeket magának kellett végül megta-

nulnia, mert természettudományos tanulmányaihoz ösztöndíjat akart szerezni, ehhez pedig vizsgát kellett tennie.

Rohini akkor még azt sem tudta, hogy kutatói pálya is létezik a világon. Matematikatanárát azonban lenyűgözték a képességei, és felajánlotta, hogy a férje külön is tanítja őt. Meghívta magukhoz Rohinit. Ezek az órák és beszélgetések nagy hatást gyakoroltak az életére. Matematikai és természettudományos magazinokat, könyveket kapott a kezébe. Először matematikus akart lenni, de aztán megijedt, hogy nem kap munkát, ezért a fizikát választotta. A BSc fokozatot a Púni Egyetemen szerezte meg, az MSc fokozatot a mumbai Indiai Műszaki Egyetemen nyerte el fizikából. Az Egyesült Államokban akart doktori tanulmányokat folytatni – elhatározásával a szülei is egyetértettek. Stony Brookban, a New York-i Állami Egyetemen részecskefizikából készítette el doktori disszertációját.

Rohini nem csak a kutatással törődik; Indiában és a világ más részein is szervez konferenciákat, workshopokat. Az indiai kormány Tudományos Tanácsadó Bizottságának tagja; az Indiai Tudományos Akadémia lapja, a *Pramana – Journal of Physics* főszerkesztője; sok más folyóirat szerkesztőbizottsági tagja. Több mint kétszázötven cikket publikált, tankönyvet írt a szuperszimmetriáról, az iskolákban is népszerűsíti a természettudományokat. Tevékenységét számos díjjal, kitüntetéssel ismerték el.

Rohini foglalkozik az indiai kutatónők helyzetével is. Ez a missziója 2002-ben kezdődött, amikor már neves fizikusként hívták meg a fizikusnők helyzetét vizsgáló első nemzetközi konferenciára, Párizsba. Ázsiából csak három női fizikus vett részt az eseményen, Rohinin kívül egy-egy japán és kínai kolléga. A kínai delegátus a kormány egyik minisztere volt. Megkérték őket, hogy meséljenek kutatói életükről. Ennek kapcsán gondolkozott el Rohini azon, hogy történt-e valami a pályáján azért, mert nő. Azelőtt sohasem fordult meg ilyesmi a fejében, és semmi sem utalt erre, de most nem hagyta nyugodni a dolog. Végül eszébe jutott, hogy ismert olyan tehetséges nőket, akik a társadalmi „ellenzél” miatt nem érték el azt, amire predestinálva voltak.

A konferencia után elhatározta, hogy segít a tudományos pályát választó indiai nőkn. Ekkor már az Indiai Tudományos Akadémia tagja volt, a második akadémikus a fizikusnők közül. Először is alapított egy fórumot, amely a Women in Science (WiS, Nők a tudományban) nevet kapta. A résztvevők, első lépésként, példaképeket akartak mutatni a lányoknak. Nemcsak azt kívánták megértetni, hogy milyen szellemi kiteljesedést és izgalmat hozhat a kutatói pálya, hanem azt is, hogy erre a nők ugyanúgy alkalmasak, mint a férfiak.

Rohini és Ramakrishna Ramaswamy, aki most a Haidarábádi Egyetem rektora, kiadott egy könyvet *Lilavati's Daughters. The Women Scientists of India*

(Lilavati lányai. India női tudósai) címmel. Kétszáz, különböző tudományágakban tevékenykedő, sikeres kutatónőt kértek fel, hogy írja meg, „hogyan futhat be sikeres tudományos pályát egy nő”. A válaszok mellett elhunyt kutatónők rövid életrajzát is közölték. A könyvet a nagyközönségnek, elsősorban a fiataloknak szánták, hogy felkeltsék az érdeklődésüket a tudományos pálya iránt. A kötet címe egy 12. századi írásra, a *Lilavatira* utal. A híres matematikus, Bhas-kara gyűjtötte itt egybe azokat a matematikai problémákat, amelyeket lányának, Lilavatinak szánt. A bizottság – a könyv kiadásán kívül – olyan találkozót is szervez, amelyeken kutatónők mesélnek a fiataloknak a munkájukról. A bizottság tagjai tudják, hogy nem elég, ha csak az érdeklődő lányokkal beszélnek; nagyon fontos, hogy az apák és a fiatal emberek – a jövőbelik – figyelmét is felhívják a női kutatói pálya lehetőségére. Az ő megértésük és együttműködésük nélkül semmire sem mennek.

SHOBHANA NARASIMHAN

Elméleti fizikus



Shobhana Narasimhan 2011-ben Bengaluruban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Shobhana Narasimhan magasan kvalifikált értelmiségi családból származik. 1963-ban született Bengaluruban. Édesapja, Mudumbai S. Narasimhan nemzetközi hírnévű matematikus, édesanyja újságíró és lelkes feminista. Shobhanát kislánykorában az írás és a természettudomány érdekelte. Eleinte a matematika volt a kedvence, de nem akart édesapja árnyékában élni. Gyerekeknek csinált rádióműsorokat. Tizenhat éves korában megkérték, készítsen összeállítást az Einstein-centenáriumra. Emiatt nagyon sokat olvasott Einsteinról; ekkor találkozott először a relativitáselmélettel és a kvantumelmélettel. Ezek annyira lenyűgözték, hogy végül a fizikát választotta. Arra is rájött, hogy fizikusként még írhat, de a fordított út nem járható.¹

Shobhana döntését nagyon szokatlannak tartották, mert a jó tanulók rendszerint mérnöknek vagy orvosnak mentek. Mesterfokozatát az Indiai Műszaki Egyetemen szerezte meg, ahol körülbelül öt százalék volt a lányok aránya. PhD fokozatát a Harvard Egyetemen nyerte el; itt a „Nők a fizikában” csoport munkájában is részt vett. Néha úgy érezte, hogy csak a tudományra szabadna koncentrálnia, és nem kellene belebonyolódnia a nőkérdésbe meg hasonló dolgokba. De ha egyszer-egyszer igazságtalanság történt vele vagy valamelyik

ismerősével, képtelen volt megálljt parancsolni magának. Tudja, hogy számos kollégája, még a nők is bolondnak nézik, amiért beleártja magát ezekbe az ügyekbe.

Shobhana tagja volt annak az indiai munkabizottságnak, amely a tudományos pályán dolgozó nők segítségét tűzte ki célul. Javasolták az apa „szülési szabadságának” bevezetését, amit többen értelmetlennek tartottak, mert az apák szinte sohasem élnének ezzel a lehetőséggel. Nagyon sokan – még a nők is – el-lenezték. Ha egy fiatalember a szokásosnál korábban, mondjuk, hat óra körül hazamenne a munkából, mert segíteni akar az otthoni feladatok elvégzésében, nem tekintenék komoly kutatónak. A hagyományos indiai kultúra nem fogadja el, hogy a férfi a feleségével együtt etesse, fürdesse a gyerekeket. Ez a felfogás talán változik, de – Shobhana véleménye szerint – borzasztó lassan.

Shobhana most a Nehru Kutatóintézet fizikaprofesszora Dzsakkurban, Bengaluru közelében. Kutatását éppúgy nevezhetjük fizikainak, mint kémiaiak: kutatócsoportja számítási módszerekkel tanulmányozza az anyagok tulajdonságait a nanoméretes világában. Az anyagok nanométeres tartományban lejátszódó fizikai és kémiai változásait modellezzik, és ezeket összevetik a makroszkopikus szinten bekövetkező változásokkal. Meg akarják érteni ezeket a változásokat, hogy az ismeretek alapján végül eljussanak az előírt tulajdonságokkal rendelkező anyagok tervezéséhez. Egyre többet foglalkoznak energetikai kérdésekkel; például fel akarják göngyölníteni, hogyan segíti elő egy katalizátor a szén-monoxid szén-dioxiddá alakítását nanorészecskék esetén. Shobhana az alap kutatás iránti érdeklődését, összefüggéseket kereső kíváncsiságát a gyakorlati problémák megoldásának igényével párosítja.

Számos diákkal dolgozik együtt, akiknek körülbelül a fele nő. Szeret együttműködni a kollégákkal, elsősorban a külföldi kutatókkal. Úgy érzi, Indiában a férfiak nem szívesen dolgoznak vele, ezért nagyon elszigeteltnek érzi magát. Nem tudja, hogy ez női mivoltából vagy egyszerűen a személyiségéből fakad. Külföldi partnerei rendszerint nők. Véleménye szerint Indiában nehéz dolga van annak, aki nő léte fizikus, és gyakran gondol arra, hogy külföldön folytassa a pályáját. Még édesanyja is erre bátorítja, de nehezen szakadna el az otthonától, a hazájától, népes baráti körétől.

Shobhana írói terveit sem adta fel egészen. Tudományos dolgozatain kívül az egzakt tudományágak tanításában szerzett tapasztalatairól is beszámol, és Chandrasekhar V. Ramanról ír. A Nehru Kutatóintézetben tudományos cikkírói tanfolyamot indított, mert látta, hogy a fiataloknak szükségük van rá.

2011-ben az Indiai Nemzeti Tudományos Akadémia tagjává választották. Továbbra is részt vesz a nőkérdéshez kapcsolódó munkákban, és szerepelt a *Lilavati lány*ában.

SULABHA PATHAK

Immunológus



Sulabha Pathak 2011-ben Mumbaiban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Sulabha Pathak 1955-ben született Szangliban, India Mahárástra államában. Középosztálybeli családja nagyon fontosnak tartotta a tanulást. Édesapja köztisztviselő volt; lányával és fiával mindig egyformán bánt. Sulabha érdeklődését korán felkeltette a természettudomány – és sok minden más, például az utazás, a világ bejárása. Tanítani akart, pedig édesapja úgy látta, inkább a tudományos életben lenne a helye. Sulabha szinte minden tantárgyat szeretett, de a biológiával esett igazán szerelembe. Szülei szerint innen egyenes út vezetett volna az orvosi egyetemre, ő azonban nem az orvosok nagyon elfoglalt és agyonszervezett életét akarta élni. Mikrobiológiából írta a szakdolgozatát, az egyetem elvégzése után pedig azt csinálta, amit mindig is akart: tanított. Megismerkedett a neki való férfival, akivel annak ellenére házasságot kötött, hogy édesapja azt mondta, „később is férjhez mehetsz, előbb a PhD-det szerezd meg”. Édesapja attól tartott, hogy Sulabha elveszti a tehetségét. Ez nagyon szokatlan volt akkoriban, az indiai apák többsége éppen az ellenkezőjét gondolta volna. Sulabha házasságát nem a családok intézték, de szerencsére férje szülei nemcsak őt fogadták el, hanem azt is, hogy tanítani akar. Saját családjában a dolgozó nők nem számítottak kivételnek. Nagymamájának azért kellett dolgoznia, mert a férje korán meghalt;

önállóan képezte magát, és végül iskolaigazgató lett. Sulabha édesanyja is dolgozott, mert szükségük volt a pénzre. Nagymamája és édesanyja nem választhatott, de ő igen: „Én azért dolgozom, mert ezt választottam; mekkora különbség!”¹ Férje és apósa támogatta a törekvéseit.

Sulabha néhány évig tanított, de később már untatta ez a munka, és amikor vegyészmérnök férjét Hollandiába helyezték, abbahagyta a tanítást. Mindannyian Hollandiába mentek – addigra már megszületett a kislánya. Rotterdamban laktak, és Sulabha bejárt az Erasmus Egyetem egyik immunológiai laboratóriumába, ahol fizetés nélkül kezdett el dolgozni. A legfontosabbnak azonban három és fél éves kislányuk nevelését tartotta. Csak akkor dolgozott, amikor a kicsi óvodában volt, mégis olyan jól végezte a dolgát, hogy nemsokára pénzt is adtak a munkájáért. Körülbelül egy év múlva holland professzora azt javasolta, kezdje el írni a PhD-disszertációját. A doktori munka idején félállású kutatóként alkalmazták. Sajnos férjének néhány év múlva vissza kellett térnie Indiába. Sulabha nehéz döntés elé került: hogyan tovább? Úgy érezte, lányuk még túl kicsi, szüksége van a mamájára. Mentora ekkor azt javasolta, menjen vissza Indiába, dolgozza fel az addigi adatait, tervezzen új kísérleteket, aztán térjen vissza. Így is történt. Mivel a férje is sokat utazott, el kellett dönteniük, ki vigyázzon a kislányra. Megállapodtak, közösen viselik a terheket, és gondoskodnak arról, hogy a gyerek mindig biztonságban érezze magát. Mindketten úgy intézték, hogy otthon legyenek, amikor a másoknak utaznia kell. Sulabha végül megszerezte a PhD fokozatot az Erasmus Egyetemen.

Ekkor már, férje munkája miatt, egy kisvárosban éltek, Mumbaitól ötszáz kilométerre, ahol nem lehetett kutatni. Sulabha ezért immunológiai könyvet írt egy barátjával. Az első kiadás nem sikerült nagyon jól, de később újraírták a könyvet, és 2005-ben meg is jelentették. A második változat átdolgozott kiadása 2011-ben került a boltokba.² A könyvből származó bevételt egy gyermekek oktatását támogató alapítványnak ajánlották fel. „Úgy érzem, vissza kell valamit adnom annak a társadalomnak, amelytől olyan sokat kaptam” – mondta Sulabha.

Nem sokkal a könyv befejezése után az Egyesült Államokba küldték a férjét. Ide is követte őt a lányukkal, aki már tinédzserévéinek végén járt, és Amerikában tanult tovább. Sulabha megkereste, hol folytathatná posztdoktorként a kutatásait: erre az indianapolisi Indiana Egyetem–Purdue Egyetem (IUPUI) nyújtott lehetőséget. Később az MIT-n dolgozott immunológusként és a Harvardon folyó munkákba is bekapcsolódhatott. Amikor férjének vissza kellett mennie Indiába, ő is, lányuk is azt javasolta Sulabhának, hogy maradjon Massachusettsben, amíg be nem fejezi posztdoktori kutatásait, hiszen „eddig mindig te vigyáztál a családra; itt az ideje, hogy a saját munkádra és karrieredre koncentrálj”. Így Sulabha

még egy évig Amerikában dolgozott, és befejezte a munkáját. Többen megkérdezték, nem azért maradt-e tovább, mert megromlott a házassága. Ilyenkor azt válaszolta: „Dehogy, a kutatás miatt vagyok itt, és azért, mert élvezem!” Tudta persze, hogy „senki sem hitte el, de nem érdekelt. Csak az számított, hogy teljes munkaidőben kutathassak, ami fantasztikus élmény volt.”

Amikor visszatért Indiába, az immunológiában szerzett jártassága alapján valószínűleg önálló csoportot szervezhetett volna, de nem erre vágyott. Sharma professzornál (ő is szerepel ebben a részben) kezdett dolgozni, a Tata Alapkutató Intézetben; a malária immunológiája lett a kutatási területe, amelynél a mai napig megmaradt. Azt mondta: „Ez jobban megfelel nekem, mert több olyan tevékenységre is jut időm, amit szívesen csinállok. Szabadidőmben például hátrányos helyzetű gyerekeket tanítok, tagja vagyok a Jago Indiának, a demokráciát és a jó kormányzást szorgalmazó társaságnak meg a lakóközösségi szervezeteinknek. Így egyensúlyozok a hobbijaim között.”

Sulabha lánya orvosi antropológiából írja a PhD-disszertációját; a családi hagyományt követve ő is diplomás, „dolgozó nő”. Úgy érzi, jó gyerekkora volt, a szülők örökös járás-keleése is a hasznára vált. Már kisiskolásként büszke volt arra, hogy a mamája eljár otthonról dolgozni.

RIDDHI SHAH

Matematikus



Riddhi Shah 2011-ben Delhiben
(Hargittai Magdolna felvétele)

Riddhi Shah 1964-ben született Ahmedábádban, Nyugat-India Gudzsarát államában. Édesanyja a háztartást vezette, édesapja mérnökként dolgozott. Mindketten nagy hangsúlyt fektettek öt gyermekük taníttatására. Amikor Riddhi édesanyja fiatal volt, anyagi okokból nem tanulhatott, és nem akarta, hogy ugyanez ismétlődjön meg a gyerekeivel. Mindannyian egyetemet végeztek. Most Riddhi önéletrajzi írásából idézek, amely a *Lilavati lányaiban* jelent meg.¹

Az első iskolám [...] az utcánk végén volt. Kezdetben szerettem oda járni, de nemsokára megutáltam, és olyan lassan mentem iskolába, ahogy csak tudtam. Az utcánkban sorházak álltak, amelyek egyik oldalukon érintkeztek egymással. Közvetlenül a házak előtt vízcsapokat helyeztek el, ezért beszélgettem az emberekkel, miközben fogat mostak, bámultam a teheneket meg a bivalyokat, szinte még félálomban bandukoltam, és a kétperces utat sikerült legalább tízpercesre nyújtanom. Mivel későn értem az iskolába, a tanító mindig megszidott és gyakran meg is büntetett. Egy nap azonban alig várta, hogy megérkezzem, ragyogott a boldogságtól.

A számtanfelmérőmnek örült annyira. Ettől kezdve újra pontos voltam – csak aznap nem, amikor kiderült az eredmény, és szándékosan késtem!

Riddhi kiváló matematikai képessége tanulmányai alatt végig megmutatkozott. Édesapjához – példaképéhez – hasonlóan mérnök akart lenni, de édesanyja azt javasolta, inkább matematikából szerezzen PhD fokozatot. Riddhi megfogadta a tanácsot, bár fogalma sem volt, mit kezd majd ezzel a fokozattal. A főiskola után a mumbai Indiai Műszaki Egyetemre iratkozott be, ahol meseterfokozatot szerzett, aztán a mumbai Tata Alaputatási Intézetben (TIFR) volt doktoráns. Így mesélt a kutatásairól:²

A matematikusok nem számolással töltik a napjaikat. Tételeket szeretnek bizonyítani; ezek a matematikai axiómák logikus következményei, és valamilyen érdekes tényt állítanak. Mindannyian ismerjük a Pitagorasztételt, amely a derékszögű háromszög oldalaira vonatkozik. Hasonló összefüggést vetett fel Fermat is a nagy Fermat-sejtésben, amely addig nem vált tétellé, amíg Andrew Wiles 1994-ben be nem bizonyította. Én csoportelmélettel foglalkozom; ez a terület a szimmetriák vizsgálatából bontakozott ki. Az emberek a szimmetriát általában a tükrözéssel kapcsolják össze. Az emberi arc két oldala azonosnak látszik: ez a tükörszimmetria. De másfajta szimmetriák is léteznek. Képzeld el, hogy egy óriási mezőn vagyunk, és ha körbenézünk, mindenhol ugyanazt látjuk: ez a forgási szimmetria. Ha pedig egy vonal mentén mozgunk, és semmi sem változik, translációs szimmetriával van dolgunk. A csoportelmélet ilyen szimmetriákat tanulmányoz, csak általánosabb és elvontabb módon.

Egyik kutatási témám a „véletlenszerű bolyongás” (random walk). Az előbb említett mezőn ez pontosan úgy valósul meg, ahogy a neve alapján sejtjük: céltalan mozgásként, sétaként, amikor előbb erre teszünk néhány lépést, aztán arra, gyakran és véletlenszerűen változtatunk irányt. Ennek a lényegét azonban általánosíthatjuk és absztrakt módon vizsgálhatjuk. Mondok néhány kézenfekvő kérdést: Milyen messze jut a véletlenszerűen bolyongó a kiindulási ponttól bizonyos idő elteltével? Mekkora idő múlva tér vissza (átlagosan) a kiindulási ponthoz? A válaszok olyan tétellé válhatnak, amelyeket én is tanulmányozok.

Riddhi a Tata Intézetben ismerkedett meg leendő férjével, az elméleti fizikus Debashis Ghoshallal. Mindkettőjük szülei elfogadták a választásukat, bár a fiatalok nagyon különböző kulturális és vallási milióból származtak, sőt más nyelvet beszéltek, máshogyan étkeztek. Riddhi családja megrögzött vegetáriá-

nus, férje bengáli családjában gyakran kerül hal az asztalra. Elfogadják azonban egymás szokásait – Riddhi most is vegetáriánus, férje és fiuk nem az.

Riddhi és férje egyaránt él-hal a munkájáért, amitől nagyon bonyolulttá vált a család élete. A PhD fokozat megszerzése után Riddhi még évekig a Tata Intézetben maradt, miközben férje egy alláhábádi kutatóintézetben dolgozott, Mumbaitól ezerötyszáz kilométerre. Mindketten hosszú időszakokat töltöttek külföldön; Riddhi egy-két éves fiát is magával vitte ezekre az utakra. Tizennégy évi különélés után, 2007-ben a delhi Jawaharlal Nehru Egyetemen találtak állást – végre együtt van a család. Riddhi találóan írta a *Lilavati lányai*ban: „Hosszú út vezetett a kisvárosi lány boldog tudatlanságától a matematika magával ragadó és kozmopolita világáig.”

SHOBHONA SHARMA

Molekuláris biológus



Shobhona Sharma 2011-ben Mumbaiban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Shobhona Sharma 1953-ban született Kalkuttában. Édesapja mérnök volt, aki továbbtanulásra biztatta a bengáli család három lányát. A kvantitatív tudományok – a fizika, a mérnöki tudomány, a matematika – felé terelte őket. Shobhona azonban a kémiát választotta, amiről édesapja nem volt nagy véleménnyel, de nem gördített akadályokat lánya tanulmányai elé. Természetesen azt is tudta, hogy a hagyományoknak megfelelően lányainak időben férjhez kell menniük.

Shobhona a mumbai Tata Intézet Molekuláris Biológiai Részlegében akart tanulni. Édesapja Mumbait korrupt városnak tartotta, ezért azt akarta, hogy lánya Kalkuttában maradjon, a családdal. A fiatal Shobhona azonban lázadó volt, és a saját feje után ment. Végül a Tata Intézetben megismerkedett jövődöbéli férjével is, aki szilárdtest-elektronikát tanult. Shobhona szüleit nagyon feldúlta, hogy ő keresett férjet magának, de amikor utánajártak a fiú származásának, megismerkedtek a családjával, minden ellenérzésük elpárolgott. Sokat segített, hogy a két család ugyanahhoz a társadalmi osztályhoz tartozott. Az anyanyelvük különbözött, de mindannyian beszéltek hindiül és angolul. Shobhona és vőlegénye 1978-ban házasodott össze. Később Shobhona húga kaszton kívülihez ment férjhez; a szülők ezt is elfogadták.

Shobhona kémiából szerezte meg a mesterfokozatot, de a molekuláris biológia sokkal jobban érdekelte, és PhD-disszertációját már ebből írta a mumbai egyetemen. A New York-i Egyetem orvosi központjában volt posztdoktor. Ott kezdte el maláriakutatásait, mert Indiában ennek a betegségnek a leküzdése az egyik legnagyobb egészségügyi feladat. „Az egysejtű *Plasmodium* parazita biológiája izgalmas kutatási területnek tűnt.”¹

Egy férjes asszony sikeres pályája nagyban függ a férj támogatásától és megértésétől. Shobhonának szerencséje volt, mert férje mindig bátorította törekvéseit. Az indiai társadalmi normákkal szöges ellentétben közösen viselték a háztartás terheit. Férje szívesen főzött, amíg ő a többi házi munkával bajlódott. Akartak gyerekeket, de a karrierjüket is fontosnak tartották. Hétévnyi házasság után, amikor Shobhona harminckét éves volt, úgy gondolták, nem várhatnak tovább. Férjét éppen akkor hívták meg a Research Triangle Parkba (RTP) Észak-Karolinába, ő pedig még New Yorkban dolgozott. Észak-Karolinában nem talált olyan labort, ahol folytathatta volna maláriakutatásait. Professzora sietett segítségére, aki a Duke Egyetemen, az RTP közelében talált neki helyet, egy immunológiai csoportban. Első gyerekük Észak-Karolinában született.

Amikor hazatértek Indiába, Shobhonának a Tata Intézetben ajánlottak állást. Bár nagyon vágyott vissza a kísérleteihez, otthon maradt néhány hónapig, mert nem tudta elhelyezni a kicsit. Végül találtak egy családot a kampuszon, amelyik vállalta, hogy vigyáz a lányukra; ez a megoldás kitűnően bevált. A két család azóta is tartja a kapcsolatot.

Shobhona most a mumbai Tata Alapvetési Intézet (Tata Institute of Fundamental Research, TIFR) szenior professzora és a Biológiai Tudományok Tanszékének vezetője. Több díjjal is kitüntették, a bengalurai Indiai Tudományos Akadémia tagja. Csoportja a malária-parazita (*Plasmodium* species) biológiájának különböző aspektusait vizsgálja. A labor kutatásainak középpontjában a maláriával szemben szerzett immunitás molekuláris elemzése áll. Számos új, malária ellen védő fehérjét azonosítottak. Ezek közül bizonyos riboszomális P fehérjék nagyon izgalmasak, mert „másodállásban is dolgozhatnak”, tehát több funkciót is elláthatnak.

A szerzett immunitás vizsgálatán kívül Shobhona kiterjedt együttműködésekbe kezdett: tanulmányozzák például a metabolikus változásokat; a rugalmasságot és a dinamikát; a nanolipid-hordozókhoz kötött malária elleni anyagok célba juttatását a *Plasmodium*mal fertőzött vörösvérsejtekben. Csoportja nemrégiben állapította meg, hogy a parazitával fertőzött vörösvérsejtek beborítják a nanolipid-hordozókat, ezért a paraziták nem jutnak hozzá a tápanyagukhoz. Tehát a nanolipid-hordozó még malária elleni gyógyszer nélkül is hatékonyan pusztíthatja ezeket a parazitákat.

Shobhona és férje, szerencsére, egy ideig a mumbai Tata Intézetben dolgozhatott. De az indiai tudós házaspárokhoz hasonlóan az ő családjukat sem kerülte el a távházasság réme. Egy időben felvetődött, hogy a Shobhona férjét érdeklő kutatásokhoz kedvezőbb lehetőségek nyílnának Bengaluruban, mint a Tata Intézetben. Ekkor már működött Shobhona mumbai malárialaboratóriuma, ezért a költözés visszavetette volna a munkáját. Szerencsére férje Mumbaiban is talált megfelelő állást, az Indiai Műszaki Egyetemen, így a veszély elhárult, a család együtt maradhatott.



Shobhona Sharma és a szerző (jobbról a hatodik és a hetedik) a „Női Sejt” tagjaival
2011-ben a Tata Intézetben
(a Tata Alap kutatási Intézet, Mumbai szívésségéből)

VIDITA VAIDYA

Neurológus



Vidita Vaidya 2011-ben Mumbaiban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Az idegtudománnyal foglalkozó Vidita Vaidyának a molekuláris pszichiátria a szakterülete. Ez a tudományág azoknak a molekuláris és sejtszintű változásoknak a megismerését tűzi ki célul, amelyek hozzájárulnak a pszichiátriai rendellenességek keletkezéséhez és kezeléséhez. Vidita 1970-ben született Mumbaiban. Szülei orvosok; édesapja is orvoscsaládból származik, ő már a negyedik generáció. Vidita az egyetem elvégzése után „kivett egy évet”: gyerekeket tanított, táncszenvélyének hódolt, és külföldi egyetemekre jelentkezett továbbtanulásra. Ebben az évben ismerte meg jövőőbéli férjét, de nem házasodtak össze azonnal.

Mindketten külföldön akarták befejezni a tanulmányaikat, mégpedig az Egyesült Államokban. Vidita a Yale Egyetemen tanult idegtudományt, férje a Carnegie Mellon Egyetemen szerzett üzleti diplomát. Akkoriban házasodtak össze, amikor Vidita a doktori disszertációját írta. Ezt a frigyét nem a család tervezte meg, de Vidita szerint „mindegyik szülő nagyon örült, hogy megkíméltük a »házasságszerzés« viszontagságaitól!” Viditának és férjének – különböző pályájuk miatt – éppen a házasságuk kezdetén kellett néhány évig külön élnie. A PhD-munka befejezése után Vidita Svédországban töltötte az első posztdok-

tori évét, a másodikat pedig Oxfordban. Férje Angliában csatlakozott hozzá, és végre elkezdődhetett a közös élet. Két év után visszatértek Indiába. Vidita most a mumbai Tata Alapkutató Intézet Biológiai Tudományok Tanszékének docense. Férje ugyanebben a városban dolgozik.

Viditát elsősorban az érzelmekhez tartozó idegi körök (agyi kapcsolatok) érdeklik, és azt is szeretné tudni, hogyan befolyásolják ezeket a külvilágtól eredő hatások és a pszichotrop szerek. Csoportja állatmodelleken tanulmányozza a depressziót. Egyes állatokban például a korai életszakasz megzavarásával váltanak ki depressziót, és megnézik, milyen molekuláris, epigenetikai és sejtbeli változások járulnak hozzá a viselkedés tartós módosulásához. Vidita azt is vizsgálja, hogyan alkalmazkodik a szervezet a hosszas antidepresszánskezeléshez.

Viditáék kislánya hétéves. Vidita nagy szerencsének tartja, hogy mindkét család támogatja őket, így feleségként és anyaként is folytathatja a kutatásait. Különösen férje szüleinek hálás a segítségért. Nem ő volt az egyetlen női kutató, aki hasonló támogatásért mondott köszönetet, ami különlegesnek tűnik, mert máshol a világon senkitől sem hallottam ilyet. Megkértem Viditát, hogy avasson be a részletekbe.¹

...keveseknek adatik olyan férj és anyós-após, aki ugyanolyan fontosnak tartja a menyé kívánságait és törekvéseit, mint a fiáét. A hagyományos társadalmakban a nők vágyai általában senkit sem érdekelnek, ezért pontosan tudom, mekkora szerencse és áldás, hogy a szüleim és a férjem szülei elfogadják a törekvéseinket, és egyikünkét sem tartják előbbre valónak. [...] Anyósom és apósom átszervezte az életét a lányunk születése után. Ez felbecsülhetetlen segítség az „egyensúlyozási manőverem”-hez. Emiatt végtelenül hálás vagyok nekik. A szüleim még aktív orvosok és kutatók, férjem szülei azonban már nyugdíjasok. Mióta nyugdíjba mentek, teljesen megváltoztatták az életüket, még el is költöztek: tíz percre laknak tőlünk, hogy tudjanak vigyázni a kislányunkra. Sem a saját szüleimtől, sem tőlük nem vártam volna el, hogy tegyék félre a munkájukat, és csak velünk törődjenek. Ebből a szempontból a férjem szülei minden várakozást felülmúlnak, mindennap számíthatunk rájuk. A felét sem érném el annak, mint amire az ő támogatásukkal és a szüleim önzetlen segítségével képes vagyok – az utazásaim miatt bizony gyakran igénybe veszem őket. Nem tudom elmondani, mennyire hálás vagyok mindkettőnk szüleinek – nemcsak azért, mert „hagyják”, hogy azt csináljam, amit szeretek, hanem mert nagyon sokat tesznek azért, hogy megkönnyítsék a munkámat, hiszen mindig ott vannak, amikor

kinyújtom a kezem utánuk. Gyerekkoromban magától értetődőnek vettem a szüleim támogatását – ők azok, akik folyton bátorítanak –, de olyan szerencse ért, hogy most a férjem szüleinek a támogatására is ugyanígy számíthatok (higgye el, ez nagyon ritka Indiában). Mindannyian mindent, sőt még annál is többet megtesznek, hogy egyensúlyt tarthassak a munkám és a családom között.

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS

Ez a néhány indiai példa valószínűleg nem a szabályt, hanem a kivételt mutatja be, hiszen az indiai társadalomban a nő elsődleges szerepe a család ellátása.¹ Ez a hagyomány mélyen beágyazódott; a fiúk és a lányok elé állított követelmények nagyon korán elválnak egymástól. A lányok számára a legfontosabb cél a férjhez menés, utána már a férjről és a gyerekekről kell gondoskodniuk. A társadalmi nyomás nagyon erős; a nők is aspirálhatnak karrierre, ennek azonban alárendelt szerep jut. A férfiak számára a karrier az első. Ha egy nő mégis a munkavállalás mellett dönt, könnyen kihasználhatják, mert a munkahelyén is jól akar teljesíteni. Az a felfogás is él még, különösen az idősebb generáció körében, hogy a dolgozó feleség rossz fényt vet a férjre, mert azt sugallja, hogy a férfi nem képes eltartani a családját.

A férj és a gyerekek ellátása mellett elvárják – legalábbis az indiai társadalom egyes rétegeiben –, hogy a nő tanult és művelt legyen. A lányok általában jó eredményeket érnek el a vizsgákon, és főiskolára járnak. A középosztálybeli szülők taníttatni akarják a lányukat, mielőtt férjhez adnák őket, mert azt tartják, hogy az intelligens nő jó anya lesz. Nagy az igény a jó iskolák iránt; egyre erősebb versenyt vívnak a színvonalas oktatásért – már az általános iskolákban is. A gyerekek csak úgy juthatnak be, ha megfelelnek a nehéz felvételi vizsgák követelményeinek. Az iskolák a szülőkkel is elbeszélgetnek. Az apától elvárják a magas képzettséget és a jó állást. Az ideális anya szintén magasan képzett, neki *azonban* nincs állása. Emögött az az elképzelés áll, hogy az anyának minden idejét otthon kell töltenie a gyerekek felnevelésével. Nemcsak az iskolák keresik az ideális anyákat, hanem sok férfi is ilyen feleségre vágyik. Az egyetemeken nagyon gyakori, hogy a professzoroknak tanult feleségük van, akik vagy a háztartást vezetik, vagy olyan munkát végeznek, aminél sokkal többre is képesek lennének.

A statisztikák szerint a PhD szintig igen magas a nők aránya a tudományos pályákon – körülbelül harminchat százalék az adott intézménytől és szakterülettől függően. A posztdoktori munka és az egyetemi állás megszerzése idején következik be hirtelen visszaesés.² Ez eltér a nyugati országokban tapasztalt trendtől: itt a kutatói ranglétrán felfelé haladva fokozatosan csökken a nők aránya, amit a „szivárgó csatorna” kifejezéssel írnak le. Indiában a posztdoktori szintnél jelenik meg a nagy változás, mert a nők általában ekkor mennek férjhez és vállalnak gyerekeket. Ha később újra szeretnék dolgozni, nem gondolhatnak többé olyan teljes embert igénylő munkára, mint a tudományos kutatás.

Ma már egyre inkább felismerik, hogy sok tehetséges, kiváló munkaerőt pazarolnak el, ha a nők nem művelhetik magas szinten a tudományt. Az indiai

kormány programokat indított azoknak a nőknek a „visszaszerzésére”, akik elvesznének a tudomány számára. A tudományos és műszaki ügyekért, illetve a biotechnológiáért felelős minisztériumok azoknak a magasan képzett nőknek indítottak programokat, akik több évvel korábban abbahagyták a kutatást. A nők öt évig ösztöndíjjal dolgozhatnak egy laboratóriumban, mentort is kapnak, de utána állást kell találniuk. A tudományhoz kötődő területeken is kínálnak lehetőségeket, például a tudományos könyvek és folyóiratok kiadásában.

Amikor sikeres indiai kutatónőkkel beszélgettem, a családok mindig elmondták, mennyire hálásak a férjük szüleinek. A dolgozó nőknek sokat segít a nagy és megértő család. Ha beteg a gyerek, vagy a nőnek konferenciára kell mennie, a férj szülei gyakran ugyanolyan készségesen rendelkezésre állnak, mint a nő szülei. Szintén könnyebbséget jelent, hogy Indiában megfizethető a bejárónő. Charusita Chakravarty mégis ezt mondta: „Ennek ellenére hangsúlyoznom kell, hogy ez nagyon tradicionális társadalom, ezért a nők önmegvalósítása, szabadsága és választási lehetőségei rendkívül korlátozottak. De ha valaki túllép a hagyományos szerepeken, van egy kis fantáziája és elég empatikus ahhoz, hogy megértse és formálja a környezetét, sok lelki és »logisztikai« segítséget kaphat, ami rettenetesen fontos lehet – különösen akkor, ha vigyázni kell a gyerekekre, vagy kríziseket él át.”³

Később, a „nők a tudományban” kérdést vizsgálva, hozzátette:⁴

Engem a „tudomány szociológiája” érdekel (talán használhatjuk ezt a kifejezést), és azt is szeretném látni, hogyan határozza meg ez a jelenség egy adott kutató teljesítményét. A kutatás egyik fontos aspektusa, hogy az ember teljesítményét szakértő kollégáknak kell értékelniük, ami „robosztussá” teszi a rendszert. Ez bevált módszer. De a szakértői csoport értékelési folyamatában a csoport tagjai vesznek részt, így az egyes emberek, tehát a személyiség és a szociológiai előítéletek is komoly szerepet játszanak. Amikor a nők tudományban elfoglalt helyzetéről beszélünk, és az állásszerzés problémáján túllépve megkérdezzük, mitől lesz valaki egy szakmai közösség integráns tagja, akkor erre is gondolnunk kell. Néha hallok olyan őszinte kijelentéseket, hogy „engem nem érdekel, indiaiak vagy kínaiak írták a cikket, csak a munkát nézem”. Talán a nőkről is mondanak ilyesmit. Mindenesetre ahhoz, hogy valaki kibontakoztassa az elképzeléseit, és elérje, hogy komolyan vegyék őt, meg kell találnia a hangot a szakmabeli kutatókkal, és itt már szerepet játszik a nem, az osztály, a kaszt, a nemzetiség. A társadalmi marginalizálódás nagyon kedvezőtlen. De ha az ember tudatában van ennek, és le akarja győzni, fel kell mérnie,

melyek azok a legfontosabb szakmai értékek, amelyeket jól láthatóan fel kell mutatnia.

Itt azzal szakítottam félbe Charusita gondolatmenetét, hogy ezek az értékek nem függhetnek a nemtől. „Persze, hogy nem. Nagyon kevesen hangoztatnák, hogy igen. Mégis azt látjuk, hogy egyre kevesebb nő jut feljebb a kutatói ranglétrán. Miért? Például azért, mert az előrelépés összefügg azzal, hogy a társadalmilag marginalizálódott csoportok milyen mértékben vehetnek részt a fontos szakmai tevékenységekben. Nem hiszem, hogy könnyen megtaláljuk az összes választ, de az biztos, hogy mindkét oldal belátására szükség van.”⁵

TÖRÖK KUTATÓNÓK

2008-ban felkértek, hogy tartsak előadást az Isztambuli Műszaki Egyetemen, a „Nők a tudományban” konferencián. Meglepve tapasztaltam, hogy Törökországban nőket is megbíznak a nagy egyetemek rektori teendőivel. Két rektor asszonnyal és az Isztambuli Egyetem egyik kémiai professzorával beszéltem: ez a rész ezekre az interjúkra épül.

Már a statisztikai adatok is sok különlegességet mutatnak. Egy 1970-es tanulmány szerint például a női mérnökök, építészek, ügyvédek, fogorvosok, orvosok aránya csak 5,7 százalék volt a fejlett országokban, míg Törökországban huszonöt százalék¹ – több mint negyven évvel ezelőtt! A legutóbbi adatok alapján a török felsőoktatásban a női egyetemi tanárok aránya huszonnyolc, ugyanakkor például Németországban tizenöt, Hollandiában tizenhárom százalék, az EU-27-átlag pedig húsz százalék.² A tudományirányításban és az oktatásban is viszonylag sok nő tölt be magas pozíciót. Mi állhat mindennek a hátterében?

Törökországot jórészt muszlimok lakják; a többnejűség több évszázados hagyomány volt, amelyet az Oszmán Birodalomban is gyakoroltak. A birodalom patriarchális kulturális örökségéből kiindulva váratlannak tűnik, hogy a nők fontos társadalmi pozíciókat töltenek be. Ennek a meglepő ténynek nagyon bonyolult okai vannak.³

A nők státuszának jelentős változása az ország nagyszabású politikai átalakulásával párhuzamosan zajlott. A szultanátus eltörlése után, 1923-ban Mustafa Kemal Atatürk vezetésével megalapították a szekuláris török köztársaságot. Ennek köszönhető a nők helyzetének gyökeres változása. Minden gyermek számára kötelezővé tették az általános iskolai oktatást, és hamarosan bevezették a koedukációt. Az 1926-os polgári törvénykönyv megtiltotta a többnejűséget, és azonos jogokat adott a nőknek és a férfiaknak, legalábbis bizonyos ügyekben, például a válás és a gyerekek elhelyezése esetén, bár a teljes jogegyenlőség csak 2001-ben következett be. Sok más fontos változás is volt, például a nők munkába állhattak. Törvénytelenné nyilvánították a teljes testet fedő női ruha és a fejkendő viselését (egészen a legutóbbi időkig – lásd Ulubelen professzor gondolatait ennek a résznek a végén). Az 1920-as évek után a nők helyzete tehát alapvetően megváltozott, amit az országban bekövetkező modernizáció egyik mutatójának tekintettek.

Megjelentek azok a – felső és középosztályhoz tartozó városi családokból származó – nők, akik felsőfokú végzettséget, majd ennek megfelelő foglalkozást akartak. Az ország gyors fejlődése miatt álláshoz juthattak; a munkaadók biztonságosabbnak látták, ha a közelben lakó nőket veszik fel a távol élő fér-

fiak helyett.⁴ Çiğdem Kağıtçıbaşı professzor szerint a társadalom szemében nem voltak nőnek való és nőnek nem való munkák, mert korábban a nőknek mindenekeelőtt otthon kellett helyt állniuk. Ebben az új világban a nők tehát olyan foglalkozásokat is választhattak, amelyeneket a Nyugat hagyományosan „nőietlennek” tartott. Ezért dolgozik Törökországban több mérnök, mint általában a nyugati országokban. A legfrissebb statisztikák szerint a mérnöki tudományokban a női egyetemi tanárok EU-27-átlaga 7,9 százalék, Törökországban ez a szám 19,1 százalék. A természettudományokban is magasabb a nők aránya, mint az EU-országokban: az EU-27-átlag 13,7 százalék, a török érték 25,7 százalék.⁵

Nem szabad azonban elfeledkezni egy fontos különbségről. Az egyetemi életben tapasztalt viszonylag jelentős női részvétel máshol nem ismétlődik meg. Törökországban kisebb a nők foglalkoztatási aránya, mint bármelyik EU-27-országban. Míg az EU-tagállamokban a nők 62,4 százaléka munkavállaló (és a férfiak 74,6 százaléka), Törökországban csak a 30,9 százalékuk (szemben a férfiak 75,0 százalékaival); az adatok 2012-ből származnak.⁶ A nagy eltérés egyik oka, hogy a városi, tanult nők mellett sok asszony él falusi környezetben. Törökország hetvenötmillió lakosának nagy része távoli, elmaradott vidékeken lakik. Mustafa Kemal úgy képzelte el a női szegregáció megszüntetését, hogy mindenhol új munkalehetőségeket kell teremteni a nők számára. A változás előnyeit azonban csak kisszámú privilegizált nő élvezhette: a felső és középosztályhoz, az értelmiséghez, a kormányhivatalnoki karhoz tartozó fiatal nők – tehát főként a városiak.

A nők hagyományos családi szerepe nem változott, amit az is mutat, hogy azoknak a családoknak a 89,6 százalékában, amelyekben ötévesnél kisebb gyerekek élnek, az anya nem jár el dolgozni.⁷ Ez a rendszer azoknak a tanult dolgozó nőknek is gondot jelenthet, akik nem engedhetik meg maguknak, hogy felvegyenek valakit a gyerekek mellé. A diplomás nők többsége azonban jómódú családból származik, ezért általában bébiszitterre és bejárónőre is futja. Férfaiknek tehát nem kell attól félniük, hogy ha „elengedik” a feleségüket otthonról, nekik is részt kell venniük a házi munkában – ami elvehetné a kedvüket a dolgozó feleség gondolatától.

A következő oldalakon bemutatott három nő egyaránt sikeres kutató és tudományirányító. Amikor megkérdeztem, hogyan kerülhetnek a nők ilyen magas beosztásba, a válasz általában nem volt nagyon biztató: a tudományban és a felsőoktatásban betöltött tisztségek nem elég vonzóak a férfiak számára. Lehet, hogy ez a vélemény elfogult, mégsem hangzik úgy, mintha túlságosan elrugaszkodna a valóságtól.

SEZER ŞENER KOMSUOĞLU

Neurológus



Sezer Komsuoğlu 2002-ben
(Sezer Komsuoğlu szívességéből)

Orvosegyetemi tanulmányai befejezése után Sezer Komsuoğlutt, más orvosokkal – többek között férjével, Baki Komsuoğlual – együtt Törökország Fekete-tengeri vidékére küldték, ahol részt kellett vennie Trabzon tartomány új orvosegyetemének megalapításában. A Komsuoğlu házaspár tizennégy évet töltött a Karadeniz Műszaki Egyetemen (Karadeniz Teknik Üniversitesi). 1995-ben Kocaeli tartományba költöztek, a Fekete-tenger és a Márvány-tenger közötti vidékre, ahol új orvosi kar felállításában vettek részt. Kiváló eredményeket könyvelhettek el, de az 1999. augusztusi izmiti földrengés a Kocaeli Egyetem összes épületét és berendezését romba döntötte. A Komsuoğlu házaspár – fáradságot nem kímélve – Umutepeben látott hozzá az egyetem újjáépítéséhez. Külföldről és török cégektől is kaptak támogatást. Új, földrengésálló épületeket emeltek, pótolták a berendezéseket, és újraindították a képzést. Ma modern egyetemük, kórházuk, nemzetközi hírű kutatóintézetük van. A Kocaeli Egyetemen tizenegy kar működik, ahol több mint hatvanezer diák tanul. 2006 óta Sezer Komsuoğlu a rektora.

Sezer Şener 1949-ben született Trabzonban, Törökország északkeleti részének Fekete-tengeri partján. Édesapja, Ahmet Şener politikus volt. Az 1970-es években rövid időre kétszer is tisztséget töltött be Bülent Ecevit kabinetjében.

Sezer édesanyja tanár volt. A tanulást rendkívül fontosnak tartotta a család. Sezer középiskolai osztályában csak három ambiciózus lány vette komolyan a munkát; mindhármukat érdekelték a természettudományok. Később tudományos pályájára léptek; a másik kettő a kémiát és a fizikát választotta, Sezer az orvostudományt. Az Atatürk Egyetemen szerzett diplomát, majd egyéves rezidensképzés után neurológiai szakvizsgát tett. 1978-ban Angliába ment: a Birminghami és az Aston Egyetemen dolgozott posztdoktorként. Három évig folytatott neurofiziológiai kutatásokat, multiplex szklerózisból írta a disszertációját.

A Karadeniz Egyetemen és a földrengést követően a Kocaeli Egyetemen olyan irányítási és szervezési tapasztalatot szerzett, hogy végül rektorrá választották. Sezer elsősorban mégis orvos és kutató. Fő kutatási területe az epilepszia és a multiplex szklerózis; érdeklődése azonban kiterjed a kiváltott potenciálok és a magas vérnyomás vizsgálatára is. Gyakorló orvos, nem kísérleti ember. Szereti, ha személyesen találkozik a betegekkel, ezért a kutatásai klinikai megfigyelésein alapszanak.



Sezer Komsuoğlu és férje,
Baki Komsuoğlu 2005-ben a Glasgow-i Egyetemen
(Sezer Komsuoğlu szívességéből)

Sezer akkor ismerkedett meg Baki Komsuoğluval, amikor az Atatürk Egyetemen volt rezidens; partnere éppen belgyógyászati és kardiológiai szakvizsgájára készült. 1975-ben házasodtak össze. Két lányuk született. Az egyik szintén orvos, a farmakológia a szakterülete, jelenleg egyetemi docens Törökországban. A másik politikatudománnyal foglalkozik a Kaliforniai Egyetemen, Berkeley-ben, és az Isztambuli Egyetem professzora. Baki, sajnos, hatvankét éves korában, 2008-ban, meghalt. Törökországban és Európában is neves kardiológusként tartották szá-

mon; tíz könyve és több mint négyszáz cikke tanúskodik tudásáról. „Engem és a lányainkat is a kiválóságra, az értékes munkára ösztönzött – emlékezett Sezer. – Nagyon jó barátok voltunk, tökéletes házasságban éltünk. Most borzasztó nehéz; teljesen megváltozott az életem a halála után, de megpróbálom elfogadtatni magammal, hogy ezután így élek, és ezzel szembe kell néznem. Nem tudom, sikerül-e, de igyekszem. A férjem mindig velem van, ami nagyon jó.”¹

Baki Komsuoğlu a Kocaeli Egyetem rektora volt. 2006-ban vált meg a tisztességétől; utódjának a feleségét nevezték ki. A rektorság miatt Sezernek fel kellett hagynia az aktív kutatással, de ma is tanácsokkal látja el a fiatal kollégákat. Folytatja a gyógyítást, neurológiai előadásokat tart az egyetemen. A szakirodalmat is követi. Amikor az új orvosegyetem felállításán dolgoztak Trabzonban, még könyvtárunk sem volt. Rendszeresen elautóztak a tizenhat órányira fekvő ankarai központi könyvtárba, összegyűjtötték az új eredményekről beszámoló cikkeket, és másnap hazamentek. A friss hírekből a kollégáknak is jutott, és a következő hónapban mások indultak útnak. Ma kiváló orvosi könyvtárat tartanak fenn.

Annak, aki anya és háziasszony, kutató, kórházi orvos, sőt vezető, alaposan meg kell szerveznie az életét: „Mindennap nagyon korán keltem, és először kikapáltam az otthoni teendőket. Szerencsére nagy a családjunk, és közel laktunk egymáshoz; sok segítséget kaptam tőlük. Aztán bementem a kórházba, és este 11-kor értem haza – ma is így élek. Egyáltalán nem túlzok, amikor azt mondom, hogy rengeteget dolgozom.”

„A nők a tudományban” kérdés kapcsán Sezer úgy látja, hogy a nők sokkal intenzívebben dolgoznak, mint a férfiak. Egy kutató nő ellátja a családját, neveli a gyerekeket – nagy terheket cipel. Sezer elmagyarázta, hogy a női agy bal féltékéje a részletek alapos megfigyelésére kész, ezért a nők ebben jobbak, mint a férfiak. A női agy – a hormonok miatt – különbözik a férfiakétól, és a nők sok mindent meglátnak, amit a férfiak nem. A nők egyszerre több feladattal is jobban megbirkóznak, kedvesebbek, udvariasabbak. Sezer szerint a nők a tudományban szintén megállják a helyüket; az intenzív munka képessége az előnyükre válik, mert a kutatás ezt követeli meg. Bár nincsenek statisztikai adatai, úgy gondolja, *nem* lehet korreláció a kutatás és a gyermektelen élet között. Ha mégis van ilyen, akkor egyedül a társadalmat okolhatjuk érte.

Sezer lelkesen kutat és gyógyít. Sok tanítványt vonz magához. Ő alapította 1981-ben a Karadeniz Egyetem klinikai neuropszichológiai tanszékét. Ő honosította meg az egyetemen például az elektroencefalográfiát és az elektromiográfiát. Nemrég fejezte be epilepsziáról szóló könyvét; ebben az elmúlt húsz év kétszázötven betegével szerzett tapasztalatait összegezte. Epilepsziái klinikát létesített az egyetemén, amelynek vezetését egyik fiatal munkatársára bízta. A török orvosi szakma magán viseli a keze nyomát.

GÜLSÜN SAĞLAMER

Építész



Gülsün Sağlamer 2013-ban
(Gülsün Sağlamer szívességéből)

A kétszáznegyven éves Isztambuli Műszaki Egyetemen több mint harmincezer diák tanul. Gülsün Sağlamer, aki 1996-ban lett a rektora, kinevezése után azonnal az egész intézmény átfogó reformjába kezdett. Nyolcéves rektorságát ezzel jellemezte: „Kutatási költségvetésünk a tízszeresére, publikációink száma a két és félszeresére, állami támogatásunk a háromszorosára nőtt; teljesítményünk minden területen meghaladta a várakozásainkat. Új ösztöndíjakat alapítottunk a diákoknak, és másfél év alatt háromezer hallgatónak építettünk kollégiumokat.”¹

Gülsün Karakullukçu 1945-ben született Trabzonban, Törökország Fekete-tengeri partjának északkeleti részén. Édesapja üzletember volt, édesanyja a háztartást vezette. Gülsün kilencéves korában határozta el, hogy építész lesz, amikor egy cikkben különböző foglalkozásokról olvasott. „Mindenféle szakmáról írtak. Az építészetről szóló bekezdés olyan mély hatást tett rám, hogy akkor és ott elhatároztam: építész leszek.” Bátyja gépészmérnöknek tanult az Isztambuli Műszaki Egyetemen – Gülsün is oda jelentkezett. Egyáltalán nem volt egyszerű bejutni: „Borzasztóan örültem; akkor még nem tudtam, hogy én végeztem az első helyen. Egész életemben arra törekedtem, hogy a legtöbbet hozzam ki magamból; úgy éreztem, egyedül magammal kell megküzdenem. Aki másokkal

versenyez, könnyen elfelejtheti, hogy mit is akar igazán. Az embernek legyenek saját céljai, és azokat próbálja meg valóra váltani.”

Tanárai biztatására Gülsün bent maradt az egyetemen, és PhD-kutatásba kezdett. „Úgy voltam velem, hogy nem bánom, megszerzem a PhD-t, gyakorló építészként aztán is dolgozhatok. A diákévek alatt végig épületek tervezéséről álmodtam.” Álmait egészen docensi időszakáig háttérbe kellett szorítania. De élvezte a kutatást, témája – a számítógépes építészeti tervezés – nagy újdonságnak számított akkoriban. Az egyetemen ismerkedett meg Ahmet Sağlamerrel, aki az építőmérnöki karon tanult. Idővel összeházasodtak, és fiuk született. Mindketten megszerezték a PhD fokozatot, utána, 1975–1976-ban, a Cambridge-i Egyetemen folytattak posztdoktori tanulmányokat. Visszatértükkor docensi ki nevezés várta őket. 1982-ben új felsőoktatási törvényt hoztak Törökországban: ezután már csak akkor léphettek elő professzorrá, ha másik egyetemre „igazoltak át”. Gülsün és Ahmet azonban maradt. Később változtak a szabályok, és mindketten egyetemi tanárok lettek.

„Az 1990-es évekig elsősorban eredeti munkámra, a számítógépes építészeti tervezésre koncentráltam. Az 1980-as évektől egyre jobban érdekelték a lakáspolitikai kérdések is. Több elméleti tárgyat tanítottam; az »építészetelmélet és építészeti tervezés«, »az építészet új irányai« az egyetemistáknak szólt, a »számítógépes építészeti tervezés«, »a tervezés logikai modelljei« a PhD-hallgatóknak. A felsőbb évesek tervezőstúdióját is én vezettem. Számos kutatási programom volt, rengeteg cikket írtam, sok szakdolgozó és PhD-diák munkáját irányítottam.”

Az évek során Gülsün remek vezetői képességekre tett szert. Előbb dékánhelyettes, 1992-ben pedig rektorhelyettes lett. Ekkor a fiuk már elvégezte a középiskolát, és az Egyesült Államokban járt egyetemre. Gülsün így könnyebben vállalhatott magas tisztséget. A következő négy évben megtanulta, mit jelent, ha az egész egyetemért kell felelnie. A ciklus végén úgy döntött, megpályázza a rektori posztot. El is nyerte. Nagy sikereket könyvelhetett el, a következő négy évre újra megválasztották:

Modernizáltuk az oktatást és a kutatást, átszerveztük a teljes egyetemi és PhD-képzést, nagyon szoros kapcsolatokat építettünk ki külföldi szervezetekkel, országos és nemzetközi szinten is megmutattuk magunkat. Összes mérnöki képzésünket akkreditáltattuk az ABET-nél [Accreditation Board for Engineering and Technology, USA; az Egyesült Államok mérnökképzésért felelős akkreditációs testülete]; építészképzésünket az amerikai építészeti akkreditációs testület is akkreditálta. 2004-ben részt vettünk az Európai Egyetemi Szövetség intézményértékelési programjában [European University Association, Institutional Evaluation Programme].

Hosszú viták árán fogadtattam el az egyetemen, hogy szükségünk van a megmérettetésre; három év alatt tudtam csak meggyőzni a kollégákat a nemzetközi akkreditációs eljárások hasznáról. Ez nehéz időszak volt, de sikeresen kiálltuk a próbát. Az oktatók többsége lelkesedett a változtatásokért. Amikor felkértem őket egy-egy projekt koordinálására vagy az egyetemi programokban való részvételre, boldogan vállalták a megbízatást, és mindannyian azonnal munkához láttak. Tehát az összes nagy reformomat támogatták az akkori és a korábbi kollégák. Nagyszerű évek voltak.

A török társadalomban óriási változások játszódtak le a függetlenségi háború és a török köztársaság 1923-as megalapítása óta. Létrejött a szekularizált állam – az állam és a vallás elvált egymástól –, minden állampolgár egyenjogúvá vált, ami önmagában is forradalmi változást hozott a nők életében. 1934-ben a nők szavazati joghoz jutottak. Külön programot indítottak a városok és a falvak oktatási színvonalának javítására. Évtizedekkel a köztársaság kikiáltása után Gülsün így értékelte az elért eredményeket:

A török forradalmak sikere inkább csak a városokban mutatkozik meg. Itt a levegőben érződik a változás. Mivel a falvakban nem tudtunk elég iskolát létesíteni a köztársaság fennállásának első éveiben, kevésbé sikerült elérnünk, hogy az emberek magukénak érezzék a forradalmak eredményeit, az új életformát. A második világháború után, amikor elkezdtük az ország demokratizálását, az ellenzék megragadta a lehetőséget, hogy a vallás nevében felélessze a hagyományos életmódot. Legalábbis én így látom. A városokban sikeresek voltak a köztársaságért vívott forradalmak. Én egy kis városban, Trabzonban nevelkedtem, a Fekete-tengeri régióban. Visszatekintve úgy gondolom, hogy európai városban nőttem fel; a fizikai, a társadalmi, az oktatási környezet teljesen „rendben volt”. Nem is értem, hogyan alakulhatott ki ilyen távoli helyen ez a szellem, ez az attitűd. Az emberek igyekeztek átvenni a nyugati mintákat, az összes gyereket – a fiúkat és a lányokat is – egyetemre akarták küldeni; hihetetlen! A köztársaság kormánya olyan világot teremtett, amely ösztönözte a lányok szellemi fejlődését, egyetemi tanulmányaikat, egyetemi oktatóvá válásukat. Ezek nekünk csodálatos idők voltak.

Az 1960-as évek után, miközben az ország demokratizálódott, a falvak népe tömegesen elindult a városokba, de a nagyvárosok nem álltak készen az emberáradat befogadására. Ez a nagyarányú áttelepülés (elsősorban a fiatalok keltek útra) sok infrastrukturális problémát okozott a városokban, és a falvak jórészt kiürültek vagy csak az idősek maradtak

ott. Önkényes lakásfoglalók lepték el a nagyvárosokat, például Isztambult, Ankarát, Izmirt, akik engedély nélküli tákolmányokban laktak. Ez kiváló talajt teremtett az emberi gyengeség kiaknázására és a rendkívül radikális vallási nézetek táplálására, a szekuláris felfogás háttérbe szorítására. Egyes politikai pártok ezzel az eszközzel válhattak kormánypárttá, mindenhol vallási jelképeket használtak, ami alkotmányellenes, akkor is az volt. Sajnos sok vallási alapítvány elkezdte támogatni a diáklányokat: bizonyos feltételek mellett szállást, ösztöndíjat kínáltak nekik, és egy 2003-ban elfogadott törvény megtiltotta az egyetemeknek, hogy ösztöndíjjal támogassák a hallgatóikat.

Másrészt nem szabad elfelejtenünk, hogy köztársaságunk reformjai sok eredményt is hoztak. Ma – a nők tudományos életben betöltött szerepe alapján – Törökország a világ és Európa egyik vezető országa: az egyetemi tanárok huszonkilenc százaléka nő, és a török felsőoktatási szektor dicsekedhet a legkisebb „üvegplafon-index”-szel Európában, ami azt jelzi, hogy a kutatói ranglétrán felfelé haladva a mi csatornánk kevésbé szivárog, mint a legtöbb európai országban. Főként a matematikában, a számítógép-, a mérnöki és az egészségtudományban magasabb a nők aránya, mint más európai országokban.

Gülsün számos országos és nemzetközi szervezet tagja vagy vezetője. Nem is tudom mindet felsorolni, ezért csak hármat említek: a Nemzetközi Rektori Konferencia (International Association of University Presidents, IAUP) végrehajtó bizottságának tagja (2003 óta), a Mediterrán Országok Egyetemi Közösségének elnöke (2012 óta), az Európai Női Rektorok Platformjának elnöke (2008 óta). Sok elismerést kapott, többek között az Amerikai Építészeti Intézet (American Institute of Architects) tiszteletbeli tagja és a mérnökképzést elősegítő európai társaság (European Society for Engineering Education) Leonardo da Vinci-érmének tulajdonosa. Az Európai Tudományos, Művészeti és Irodalmi Akadémia (European Academy of Sciences, Arts and Letters) tagja.

Az eddigiek alapján nem meglepő, hogy Gülsünt foglalkoztatják az egyetemeken, kutatóintézetekben dolgozó nők problémái. „Én vagyok az Isztambuli Műszaki Egyetem első női rektora, ezért felkértek, hogy tartsak előadást a női egyetemvezetők kihívásairól. Furcsa, de sem a tanulmányaim, sem az egyetemi pályafutásom alatt nem éreztem a megkülönböztetés jeleit. Mégis elismertem, hogy ez fontos kérdés, és elkezdtem tanulmányozni, mert meg akartam érteni, mi szabályozza a nemek egyenlőségének dinamikáját az egyetemi életben. Végül belekerültem egy csomó kutatási programba, amely a kutatásban, a mérnöki-fejlesztési munkákban részt vevő nők és a női egyetemirányítók problémáit vizsgálja.”

AYHAN ULUBELEN

Kémikus



Ayhan Ulubelen 1997-ben
(Hargittai István felvétele)

Ayhan Ulubelen „a törökországi tudományos kutatás egyik úttörője és a természetes vegyületek kémiájának egyik világszerte elismert tekintélye” – írták a *Phytochemical Letters* című folyóirat Ayhan Ulubelent köszöntő különszámának vendégszerkesztői.¹ 2011-ben konferenciát rendeztek nyolcvanadik születésnapja tiszteletére, egyben azt is megünnepelték, hogy hatvan éve tanulmányozza a természetes vegyületek kémiáját. Élete során általában sokkal rosszabb körülmények között dolgozott, mint nyugati kollégáinak többsége.

Ayhan Ulubelen 1931-ben született Isztambulban. Édesapja katonatiszt volt, édesanyja háztartásbeli. Ayhan újságíró akart ugyan lenni, de középiskolás korában látott egy filmet Madame Curie-ről, amely annyira megragadta, hogy a kémikusi pálya mellett döntött: „...az összes osztálytársnőmhöz hasonlóan, de csak én tartottam ki” – mesélte.² Az Isztambuli Egyetemen tanult. A diplomaszerezés után az iparban akart elhelyezkedni, de akkoriban nemigen vettek fel nőket. Szerencsére az Isztambuli Egyetem Gyógyszerésztudományi Kara állást ajánlott neki. Néhány éven belül megszerezte a PhD fokozatot. Ezután az Egyesült Államokba ment, a Minnesotai Egyetem Gyógyszerésztudományi Karán

folytatott posztdoktori tanulmányokat. Törökországba visszatérve docensnek nevezték ki az Isztambuli Egyetemen, ahol később már egyetemi tanárként dolgozott egészen 1998-as nyugdíjazásáig. Néhány évet az Egyesült Államokban, Németországban és Japánban töltött. Nyugdíjas éveiben professor emeritaként folytatja kutatásait.

Törökországban nagy becsben tartják a növényeket, különösen azokat, amelyekkel a népi gyógyászat már évszázadok óta kezeli a betegeket. „Falun nagyon sok ilyen növényt használnak. Még Isztambulban is vannak olyan boltok (»aktar«-nak hívják őket), amelyekben a hagyományos gyógyászat növényeit és növényi kivonatait árulják.”³ Ayhan Ulubelen és csoportja igyekszik megállapítani, milyen hatóanyagok rendelkeznek egy-egy fiziológiai hatáshoz. Amikor megtalálják és izolálják a hatóanyagokat, meghatározzák a szerkezetüket. Ehhez többféle fizikai eljárást használnak, például magmágneses rezonancia (NMR-) spektroszkópiát, infravörös spektroszkópiát és tömegspektrometriát.



Ayhan Ulubelen 80. születésnapján 2011-ben; balról jobbra: Barbara Timmermann (Kansasi Egyetem) és Ayhan Ulubelen néhány korábbi diákja, ma mindannyian professzorok: Sevil Öksüz, Gulaçtı Topçu, Ayhan Ulubelen, Ufuk Kolak, Nezhun Gören, Solmaz Doğanca (Ayhan Ulubelen szívességéből)

Az 1990-es évek végén olyan növény szerepelt az egyik vizsgálatukban, amelyet a nők magzatelhajtásra használtak. A növény „fogamzásgátló” tulajdonságát Törökországon kívül Kínában is ismerték. Mindkét országban nagy volt a születési arányszám. Ayhan Ulubelen, munkatársaival együtt, úgy gondolta, ha valóban hatásos ez az anyag, olyan természetes gyógyszert kínálhatnak a nemkívánt terhesség megszüntetésére, amely mellékhatások nélkül idéz elő vetélést:⁴

Persze, tudom, sok más laboratórium is kutatja az ilyen abortív szereket, és az Egészségügyi Világszervezet támogatja ezt a munkát. Olyan természetes eredetű anyagot akarunk előállítani, amelyet a nők egyszerűen megihatnak.

Éppen Amerikában voltam, amikor bevezették Carl Djerassi fogamzásgátló tablettáját. Ez a szer sok nemkívánt terhességet akadályoz meg. De hozzájárult a szabad szex világméretű elterjedéséhez, ami súlyosan veszélyezteti a családi életet. [...]

A fogamzásgátló szívproblémákat és rákot is okozhat. A vetélést kiváltó orvosság sokkal előnyösebb lehet, és csak akkor használnák, amikor valóban szükség van rá. A falvainkban, India, Pakisztán és sok más ország falvaiban csak akkor folyamodnának hozzá a nők, ha nagyon kell, és a használata nagyon egyszerű lenne. Eddig azonban nem találtuk meg ezt a szert.

A kutatócsoport a déli rutát (*Ruta chalepensis*) tanulmányozta; megvizsgálták a gyökereit és a föld fölötti részeit. Sokféle vegyületet izoláltak belőle, ezeket egyesével kipróbálták egereken, és néhányuk valóban vetélést okozott. Az ellenőrző vizsgálatok azonban megállapították, hogy több egér petefészkében ciszta keletkezett, és más problémák is adódtak. Ezért a növényt nem ajánlhatták a nőknek abortusz előidézésére, sőt az alkalmazás veszélyeire kellett figyelmeztetniük, és azt javasolták, hogy kerüljék el a használatát.

Mindez körülbelül tizenöt évvel ezelőtt történt, aztán fel is hagytak ezzel a kutatással. Később a török egészségügyi minisztérium programokat indított a születési arányszám csökkentésére. Ezek nagyon hatásosnak bizonyultak – annyira, hogy az ország most az ellenkező problémával küszködik; a kormány éppen több gyerek vállalására próbálja ösztönözni a nőket.

Ayhan Ulubelen és munkatársai azóta sok érdekes kutatásban próbálják megtalálni a népi gyógyászatban ismert növények hatóanyagait alkotó vegyületeket. Egyeseket a rák, másokat a HIV, megint másokat például a szív- és érrendszeri betegségek, a diabétesz kezelésére használnak. Legfőképpen a rák gyógyításában ígéretes növényeket tanulmányozzák. Ayhan Ulubelen csoportja részt vett abban a növényvizsgálati programban, amelyet az egyesült államokbeli Nemzeti Egészségügyi Intézetek (National Institutes of Health, NIH) indítottak az 1960-as évek elején a rák elleni szerek felkutatására. Körülbelül száz török növényt elemeztek ebben a kutatásban.

Ayhan Ulubelen kaukázusi aprókikericset (*Merendera caucasica*) is kapott Kelet-Törökországból, ahol tumorellenes hatása miatt használják. Munkatársaival megállapította, hogy a hatás a növény alkaloidjainak tulajdonítható. Számos

alkaloidot kivontak a növényből, és meghatározták a szerkezetét. Sok más növényről ugyancsak kimutatták, hogy hatást gyakorol a különböző daganatokra.

Tizenöt évvel ezelőtt sokkal szerényebb körülmények között dolgoztak, mint legtöbb nyugati kollégájuk. A kutatástámogatás is gyenge lábakon állt. Az egyetem elenyésző összeget fordított erre a célra. A TÜBITAK-tól, a Török Tudományos és Műszaki Kutatási Tanácstól számíthattak ugyan valamennyi pénzre, de ebből csak apró dolgokat vásárolhattak, nagy műszerekre nem futotta. Ugyanakkor a török kormány fel akarta lendíteni az ország tudományos életét. Ezért ha a kutatók referált nemzetközi folyóiratokban publikálták az eredményeiket, jutalmat kaptak. Ez két részből állt. Az egyiket személyes felhasználásra szánták, ezt a TÜBITAK utalta ki. A másikkól a csoport vásárolhatott kisebb eszközöket, anyagokat a kutatások folytatásához.

Az elmúlt tizenöt év kedvező fejleményeket hozott a tudománytámogatásban. Az Isztambuli Egyetem és más egyetemek életre hívták saját kutatási alapítványukat: ezeknek anyagi eszközökkel kell támogatniuk az intézményekben folyó kutatásokat. Az összeget maguknak az alapítványoknak kell előteremteniük például kisipari megbízások felhajtásával, egészségügyi szolgáltatások megszervezésével (orvosi karok esetén). Az Isztambuli Egyetem Központi Kutatólaboratóriumot hozott létre. Itt ma már minden szükséges berendezés rendelkezésre áll a különböző kutatócsoportok számára, amelyek új műszereket is igényelhetnek, ha a munkájuk megkívánja. Az oktatóknak saját kutatási támogatásukból kell kifizetniük a berendezések használatát. Több intézményhez is pályázhatnak támogatásért; a legfontosabb az Állami Tervintézet, a Török Tudományos és Műszaki Intézet, a Török Tudományos Akadémia. Ayhan Ulubelen szerint ma már viszonylag könnyű magas szintű kutatásokat folytatni.

A korábbi anyagi nehézségek ellenére Ayhan Ulubelen körülbelül háromszáz cikket közölt, és sok díjat, elismerést kapott. Négy évig a NATO Tudományos Bizottságának a tagja volt. A Török Tudományos Akadémia tagja – pontosabban már nem az. 2011. november 2-án az Akadémia százharminchét tagjából hetvennégy, köztük Ayhan Ulubelen, lemondott a tagságáról. Így tiltakoztak az ellen a döntés ellen, hogy a kormány nevezze ki – közvetlenül vagy közvetve – az akadémikusok kétharmadát. Néhány hét múlva, 2011. november 25-én, a Török Tudományos Akadémia tizenhét korábbi tagja, Ayhan Ulubelen is közléjük tartozott, megalapította a Tudományos Akadémiai Társaságot. A független, csak a tagok által irányított, civil társadalmi szervezet célja a tudományos érdem, szabadság és tisztesség érvényre juttatása. A tagok száma ma már jóval száz fölött jár. Az új intézmény kiáll a tisztesség, a függetlenség, a társadalmi elkötelezettség bevált hagyománya mellett, amit terjeszteni is kíván a kutatói közösségben.

Már első találkozásunkkor – látva, hogy az iszlám országokban élő nők fellevenítették a muszlim viseletet – szóba hoztam az egyetemen tanuló lányok öltözködését. Ayhan ezt mondta 1997-ben:⁵

Régen, a köztársaság előtti időkben, a török nők „çarşaf”-ot hordtak a városokban [ez a ruha az egész testet és jórészt az arcot is takarja], a falvakban pedig buggyos nadrágot meg fejsálat. Ma a városi nők modern ruhában járnak, de a falusi viselet nem sokat változott, csak a fiatalok térnek át a modern öltözködésre. Az utóbbi tíz évben egyre több nő veszi magára a „çarşaf”-ot, és sok lány jár úgy, mintha egyenruhát hordana: nagyon hosszú és bő kabátba burkolózik, amire hosszú, nagy, derékig érő sálat köt. Ennek semmi köze sincs a hagyományhoz. Egyes szakmákban be kell tartani az öltözködési szokásokat; például az orvosoknak, az ápolónőknek, az ügyvédeknek az elvárások szerint kell öltözködniük.

2013-ban megkérdeztem Ayhantól, változott-e valami időközben.

Sajnos 2002 óta vallásos kormányunk van. Egyes értelmiségiekkel (főleg újságírókkal, néhány egyetemi professzorral, magas rangú tisztviselőkkel) együtt azt hirdetik, hogy demokratikusabb, ha megengedik a „çarşaf” viselését. Az egyetemek ezek után elfogadták a nők „szabad öltözködése”-t. Most lassan, de biztosan növekszik a nőkre gyakorolt hatás; van, aki elhiszi, hogy szabadabb, ha kendőt köt, és hosszabb szoknyát vesz fel. Ez részben beigazolóódik, mert így sok lány elmehet otthonról, felszabadul az apja, de legfőképpen a fiútestvérei felügyelete alól. Szabadon flörtölhet, kézen fogva járhat a fiúkkal, moziba mehet a fiúkkal, mert amíg befedi a fejét, a család tisztességes lánynak tartja. Ez, persze, csak egy csoport, de be kell vallanom, hogy a konzervatívok száma növekszik. Most az egyetemi diáklányok legalább húsz százaléka kendőben jár.⁶

Ayhan nem ment férjhez. Adoptálta egyik unokaöccsét, aki a lányával együtt nála lakik. Mindig a tudománynak élt, és ez boldoggá tette. Sok korábbi PhD-hallgatója fontos pozíciót tölt be vegyipari, gyógyszeripari cégeknél és a kutatásban. Régi tanítványai, a tiszteletére kiadott különszám vendégszerkesztői (mindannyian nők) szeretettel beszélnek róla. Hangsúlyozzák tanári képességeit, másokat is magával ragadó kutatói lelkesedését, azt az örömet, amely a laborasztalnál sugárzik belőle. A fiatalok – nők és férfiak – előtt egyaránt példakép.

VEZETŐI ÁLLÁSBAN

A kutatóintézetek, egyetemek kormányzása ritkán kerül női kezekbe, pedig sok tehetség marad kiaknázatlanul, ha nők nem kerülhetnek vezetői állásokba. A sikeres női tudósok, oktatók közül többen vágnak új kihívásokra, és ezek a nők tudják is, mihez kezdenének egyetemi vagy kutatóintézeti vezetőként. Az előző részben már találkoztunk két török professzorral, Sezer Şener Komsuoğluval és Gülsün Sağlamerrel, akiket rektornak választottak meg. Az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában szintén egyre több kutatónő jön számításba a vezetői posztok betöltésekor.

2002-ben, közvetlenül azután, hogy a nagyon sikeres kutatót, Shirley Tilghmant választották meg a Princetoni Egyetem elnökének, megkérdeztem James D. Watsontól, a világ egyik leghíresebb tudósától, nem veszteség-e ez a kinevezés a tudomány számára. Azt válaszolta: „Nem. Tudja, én is váltottam [a Harvard professzorából lett a Cold Spring Harbor-i Laboratórium igazgatója]. Az ember agyára megy, ha egész életében ugyanazt kell csinálnia. Fontos, hogy néha jó kutatók vezessék a rangos intézményeket. Nyilvánvalóan hasznos a tudománynak, ha olyan valaki ül a vezetői székben, akinek van kutatói gyakorlata. Szabad önzőnek lennünk és azt mondanunk: igen, nekünk ez jó.”¹

Az Egyesült Államok egyetemeit irányító nők száma egyenesen, bár lassan nő az utóbbi évtizedekben. 2007-ben a *Glamour* című lap az Ivy League-egyetemek (Borostyánliga, az Egyesült Államok elit egyetemei) négy elnöknőjét – Drew Faustot (Harvard Egyetem), Amy Gutmannt (Pennsylvaniai Egyetem), Ruth Simmonst (Brown Egyetem) és Shirley Tilghmant (Princetoni Egyetem) – „az év nő”-jének választotta. Lynn Harris szavaival: „Az öregfiúk klubjai közül az egyik – az Ivy League – még öregebb és fiúsabb, mint a többi.”² Ez az „öregfiúklub” nem nagy; mindössze nyolc egyetemből áll. Tehát 2007-ben az Ivy League elnökeinek a fele nő volt.* A *Glamour* nagy szolgálatot tett az ügynek azzal, hogy felhívta rá a közvélemény figyelmét. 2011-ben, egy felmérés szerint, az Egyesült Államok egyetemeinek körülbelül a negyedét nő irányította – a vizsgálatba a felsőfokú intézmények minden szintjét bevonták.³ A PhD-képzést nyújtó egyetemeken 22,3 százalék volt ez az arány, ami jelentős növekedés a 2006-os 13,8, még inkább az 1986-os 3,8 százalékhoz képest.

* 2015-re ez annyiban változott, hogy Shirley Tilghman (Princeton) 11 év után lemondott, de a Cornell Egyetemnek Elisabeth Garrett lett az elnöke, első nőként.

Az Európai Unió (EU) rendszeresen közöl adatokat a kutatásban és felsőoktatásban dolgozó nőkről. A kétévente megjelenő beszámoló címe: *She Figures. Gender in Research and Innovation* (A nő számít. Gender a kutatásban és az innovációban). A 2012-es kiadás szerint⁴ az EU felsőoktatási szektorának vezetői között 15,5 százalék volt a nők aránya, de a PhD-képzést nyújtó egyetemeken csak 10 százalék. Ebből a szempontból tehát Európa elmarad az Egyesült Államok mögött, de az európai országok között nagyok az eltérések. Skandinávia áll az élen: Svédországban 43, Izlandon 33, Finnországban 31, Norvégiában 25 százalékot mutatott a felmérés – a számok a PhD-képzést nyújtó egyetemekre vonatkoznak. A spektrum másik végén, Cipruson és Magyarországon, egyetlen egyetemnek sincs női rektora.* Az Egyesült Királyság adatai nem szerepelnek az idézett kimutatásban. A 2013-as adatok szerint az egyetemek 14 százalékának női rektora volt (az Egyesült Királyságban és Indiában ezt a tisztséget „Vice Chancellor”-nak hívják).⁵ Indiában a vezető állami egyetemeken négy női rektor működött, ami 9 százalékos arány.⁶ Törökországban a PhD-képzést nyújtó egyetemeken a rektorok 4 százaléka volt nő.⁷

A következő fejezetekben bemutatott női vezetők kutatói háttere és tevékenységi köre széles skálát ölel fel. Egyetemirányítók és más vezetői tisztséget betöltő kutatók egyaránt szerepelnek közöttük. Reményeink szerint előbb-utóbb elérkezőnk oda, hogy a nők nem csak szabályt erősítő kivételként kerülnek a kutatóintézetek, egyetemek vagy más intézmények élére.

* 2014-ben Magyarországon női rektor került a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem élére.

CATHERINE BRÉCHIGNAC

Fizikus



Catherine Bréchignac 2000-ben Párizsban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Catherine Bréchignacot, a Francia Tudományos Akadémia (Académie des Sciences) tagját 2000-ben kerestem fel. Éppen akkor járt le főigazgatói megbízatása a CNRS-ben (Centre national de la recherche scientifique, Francia Országos Kutatási Tanács). Megkérdeztem, hogy a rangos akadémiai tagság és a CNRS igazgatói posztja kizárólag az érdemeinek köszönhető-e, vagy női mivolta is szerepet játszott a megválasztásában. Catherine így látta:¹

Persze, az is belejártott. Bár az Akadémia esetében nem tudom... nem hinném. De a CNRS főigazgatójának kifejezetten azért neveztek ki, mert nő vagyok. Természetesen értékelik a tudományos eredményeimet, jól vezettem a labort, korábban pedig a CNRS Fizikai Osztályát – de a politikusok szívesen büszkélkednek azzal, hogy mennyire odafigyelnek a kisebbségekre. Igen, biztosan.

Zavarta?

Cseppet sem. Úgy döntöttem, nincs ezzel semmi baj, de miután megválasztottak, egész egyszerűen be kellett bizonyítanom, hogy mindenkinél – minden férfinál és nőnél – alkalmasabb vagyok erre a munkára.

Catherine Bréchnignac – leánykori nevén Catherine Teillac – 1946-ban született Párizsban. Szülei kutatók voltak, mindketten a Párizsi Egyetemen (Sorbonne) tanítottak. Édesapja, a magfizikus Jean Teillac Frédéric Joliot-Curie-t követte a Curie Intézet fizikai kémia részlegének igazgatói székében; később az atomenergia hivatal (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA) magas rangú tisztviselője lett. Édesanyja orvos volt. Catherine-t főleg a nagymamája nevelte fel. Ezzel a háttérrel egyáltalán nem meglepő, hogy a továbbtanulást és a diplomaszerezést természetesnek tartotta. Eleinte matematikát vagy francia irodalmat akart tanulni, de később a matematika és a természettudományok kerültek előtérbe. Miért a fizika győzött? „Leginkább talán azért, mert elsősorban a fizikusokat kedveltem az ismerős diákok közül; könnyebben barátkoztak, mint a többiek, az ő társaságukban éreztem magam a legjobban. A választásomnak csak emberi okai voltak, a tudomány egyáltalán nem játszott szerepet benne.”² 1977-ben szerezte meg PhD fokozatát a Paris-Sud Egyetemen. Ekkor már biztosan tudta, hogy kutatni akar.

Hamarosan az orsay-i Aimé Cotton Laboratórium munkatársa lett, 1989-ben az igazgatói posztot is elnyerte. A klasztereket tanulmányozza. „A klaszterek képviselik a nanovilág »előszobáját«” – magyarázta.³ Néhány atomból vagy molekulából, de akár tízmillió egységből is állhatnak. Azért olyan fontosak, mert hidat alkotnak a gáz- és a szilárd fázis között. „Mivel azonban a kicsi különbözik a nagytól, a klaszterek tulajdonságait annak ellenére sem ismerjük, hogy a szilárd anyagokéval már többnyire tisztában vagyunk. Ezért úgy döntöttem, hogy a klaszterekkel fogok dolgozni, belépek erre a »terra incognitá«-ra. A kutatás igazi kalandnak bizonyult.”⁴ Munkatársaival együtt fontos felfedezéseket tesznek, és mindig új feladatok várják őket. Különböző méretű klaszterekkel kísérleteznek: megpróbálják megtalálni a méret és a tulajdonságok közötti összefüggéseket.

A laboratórium igazgatói tisztségének betöltése már jelezte, hogy Catherine alkalmas a vezetésre. Hat évig irányította a laboratóriumot. Ezután a CNRS Fizikai és Matematikai Osztályának igazgatója, két éven belül pedig a CNRS főigazgatója lett.

A CNRS-t az állam tartja fenn, Európa legnagyobb alapkutatási szervezete. Körülbelül huszonezerezer alkalmazottja van, közülük körülbelül tizenegyezer kutató. 3,3 milliárd euróból gazdálkodnak (2012-es adat). A CNRS főigazgatója rendkívüli felelősséget és óriási terheket vállal, és Catherine-től ennek a mamut intézménynek a megfiatalítását várták el. Kitűnően megállta a helyét! Megbízatása alatt (1997 és 2000 között) nagy szervezeti változtatásokat vezetett be – dacolva a fel-felbukkanó ellenállással és sértődésekkel. Az volt a legfontosabb feladata, hogy a szervezetet nyitott hálózattá alakítsa át. Sikeredt.

A „nyitottság” az egyetemek és az ipar együttműködésére, közös programjaira utal, amelyekben külföldi intézmények is részt vehetnek. 2000-ben a CNRS ezerhétszáz laboratóriumának már nyolcvan-nyolcvanöt százaléka dolgozott egyetemi partnerekkel, és vállalatokkal is sikerült kapcsolatokat kialakítaniuk. Catherine igyekezett hangsúlyozni a társadalom- és bölcsészettudományok fontosságát, bátorította az interdiszciplináris kutatásokat. A brit felsőoktatási lap, a *Times Higher Education* így írt róla: „Bréchnignacnak [...] elképesztő tekintélye van, mert elszánt, döntésképes, és a bonyolult dolgok elemzése, megértése is az erősségei közé tartozik.”⁵

Amikor lejárt a CNRS főigazgatói megbízatása, Catherine visszatért a laboratóriumába. Folytatta a kutatást, amit magas rangú vezetőként sem hagyott egészen abba: péntek volt a kutatói napja, amit gondosan betartott. Későbbi feladatai végérvényesen bebizonyították, hogy született vezető. 2006 és 2010 között a CNRS elnöke volt; ekkor inkább tudománypolitikusként kellett működnie, nem irányítóként. Közben más pozíciókat is betöltött, nemcsak Franciaországban, hanem külföldön is. Ő volt például az Optikai Intézet (Institut d’optique) doktori iskolájának az elnöke és a párizsi „csodák palotája” (Palais de la decouverte, Felfedezés Palotája) igazgatója. Az egyik ciklusban az együttműködések szorgalmazó Nemzetközi Tudományos Tanács (International Council for Science, ICSU) igazgatói tisztségét is betöltötte. Számos díjjal, elismeréssel büszkélkedhet. A Francia Tudományos Akadémia tagsága mellett (levelező, 1997; rendes, 2005; „állandó titkár”, 2010) elnyerte, többek között, a Becsületrend tisztje (2005) és a Nemzeti Érdemrend parancsnoka (2011) címet.⁶

Beszélgetésünkkor érintettük a magánéletét is. Férjével, Philippe Bréchnignackal egyetemi tanulmányai alatt ismerkedett meg. Férje is fizikus, az Orsay-i Molekulatudományi Intézet professzora. Sikeres kutató, bár Catherine még sikerebb és ismertebb. Philippe nem akadémikus. Ilyen irányú aszimmetria ritkán fordul elő házaspárok körében, de náluk nem okoz gondot:⁷

A férjem mindig sokat segít, és sikerre ösztönöz. Tudja, hogy akkor érzem magam a legjobban, amikor dolgozom, és hogy élvezem a kutatásaimat. Nagyon toleráns, megértő. Nem panaszkodik, ha későn érek haza, ha nincs kész a vacsora, éppen ellenkezőleg: igyekszik megkönnyíteni a dolgom. Persze, van segítségünk a háztartásban, mert mindketten kevés időt töltünk otthon. De néha azt mondja, ami sok, az sok, és akkor kitálunk valami közös programot. [...] Nagyon büszke volt, amikor megválasztottak; láttam a szemén. A közös életünk azonban nem a szakmai sikerre épül.

A házaspárnak két fia és egy lánya van. A francia óvodákba könnyű bejutni, s Catherine nagymamája mindig segített, amikor a gyerekek betegek voltak. Catherine ma már látja, hogy a gyerekek nehezen éltek meg a mamájuk vég nélküli elfoglaltságait. „Sohasem voltál ott, amikor szükségünk volt rád” – mondták később.⁸ Catherine ma is emlékszik arra a rémes napra, amikor egy este magával vitte az egyik fiát a laborba, mert be kellett fejeznie a kísérletét. A gyerek négyéves lehetett. „Nagyon untatta, hogy csak ül a berendezés előtt, ezért fogott egy ollót, és hirtelen elvágta a drótot meg az áramot. Abban a pillanatban megértettem, hogy baj van.” Szerencsére minden jóra fordult, de egyik gyerek sem választott tudományos pályát. Catherine örül, hogy nem maradt bennük keserűség: amikor beszélgetés közben előjönnek a régi idők, általában csak nevetnek. „Ha mostanában beszélgetünk erről, az összes gyerek azt mondja, hogy végső soron jobb volt nekik egy jókedvű, dolgozó anya, mint egy idegesítő tyúkanyó.”⁹

Catherine a kutatásaiban és számos vezetői pozíciójában is nagyon sikeres. Sőt, megmutatta, hogy háromgyerekes anyaként is képes erre. De nem volt könnyű. Úgy érzi, a legnagyobb kihívás az volt, hogyan lehet „párhuzamos életek”-et élni: „A magánélet, a dolgozói lét, a barátokkal töltött idő, az utazás – olyan életek, amelyek nem mindig egyeztethetők könnyen össze. Fontosnak tartom, hogy ne csak az élet egyetlen oldalára koncentráljunk, mert ha valami baj ér, nagyon nehezen éljük túl a megrázkódtatást. Több kicsi világban is meg kell keresni a boldogságot, mert ha az egyikben történik valami, nem merül ki az összes forrásunk.”¹⁰

Amikor megkérdeztem, mit tanácsol a fiatal nőknek, azt mondta: „Nem könnyű, de nem lehetetlen. Ambiciózusnak kell lenni. Ne hadakozz a hegyekkel, mert biztosan alulmaradsz; ne menj át a hegyen: kerüld inkább meg. Először is legyen célod, aztán keresd meg a hozzá vezető legjobb utat. Az a tanácsom, hogy csináld azt, amit szeretsz, mert csak egy életed van.”¹¹

FRANCE A. CÓRDOVA

Asztrofizikus



France A. Córdova 2008-ban Fort Lee-ben, New Jersey állam
(Hargittai Magdolna felvétele)

Már vázlatos életrajza is rendkívüli egyéniséget sejtet. A Stanford Egyetemen angol irodalomból diplomázott, a Kaliforniai Műszaki Egyetemen fizikából szerzett PhD fokozatot. A Pennsylvániai Állami Egyetem Csillagászati és Asztrofizikai Tanszékét vezette State College-ban; ő volt a NASA legfiatalabb és első női „vezető kutatója” (tudományos főtanácsadója). A Santa Barbara-i Kaliforniai Egyetemen rektorhelyettesi tisztséget töltött be; a riverside-i kampuszon ő lett a Kaliforniai Egyetemek rendszerének első latin-amerikai származású női rektora. Találkozássunk idején a Purdue Egyetem elnöke volt. 2014 márciusában elnyerte az Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Alapjának (National Science Foundation) igazgatói posztját.

France Córdova 1947-ben született Párizsban: mexikói-amerikai származású édesapja egy nonprofit szervezet munkatársaként dolgozott itt a második világháború után. France volt a szülők tizenkét gyermeke közül az első. Egyetemi tanulmányainak megkezdésekor még nem gondolt tudományos pályára. Fiatal angol szakos diplomásként, egy mexikói régészeti ásatás után, írt egy novellát „Santo Domingo asszonyai” címmel. Elküldte a *Mademoiselle* magazin pályázatára, és bekerült az első tíz közé. Később a *Los Angeles Times*nál dolgozott. Egyszer csak úgy döntött, hogy szakmát vált.

A Purdue Egyetem egyik adománygyűjtő partyján találkoztunk egy barátunk otthonában, Fort Lee-ben (New Jersey állam). Amikor megkértem, mesélje el fordulatokban gazdag életének történetét – az irodalmi érdeklődéstől a fizikus diplomáig, a NASA-beli kutatásig és az egyetemirányításig –, azt mondta, nem lenne annyi időm, hogy az egészet végighallgassam:¹

Hosszú menetelés volt, és senkinek sem ajánlanám. Intellektuális családban nőttem fel. Édesanyám ismerte a Bibliát, sokat tudott a történelemről, a természetről. Mindig ilyesmiről beszélünk, amikor körbeültük az asztalt. Felkészítenek ezek a beszélgetések a kutatói pályára? Nem feltétlenül, de arra ráveszik az embert, hogy nagy kérdéseken gondolkozzon. Nem tudom, miért, de mindig a világegyetem keletkezése felé terelődött a szó. Az olvasmányaimban találkoztam néhány nagy filozófussal, akik még akkor éltek, amikor a természet- és a bölcsészettudomány sokkal közelebb állt egymáshoz. Iskoláskoromban olyan példaképeim voltak, mint Albert Einstein. A fizikát akkoriban nagyon nagyra tartották. Kisebb-nagyobb természettudományos feladatokat is kaptunk, és tudtam, hogy olyasmit akarok csinálni, ami nem távolodik el a valóságtól, és bonyolult problémák megoldására készíti az agyat. De csak később, a húszas éveimben gondolkoztam el igazán, hogy mit csinálok majd a harmincas éveimben. Ebben az időben került a látóterembe az űrkutatás – és mintha óriási fénygömb robbant volna, rájöttem, hogy ezt nekem találták ki, itt a helyem!

Amikor világossá vált, hogy fizikus akarok lenni, és csak magamra számíthatok, elkezdtem felderíteni, hogyan érhetek célba. Út közben segítőkész emberekkel találkoztam. Kitűnő mentoraim voltak – akkor nem használtam volna ezt a szót, mert még a jelentését sem ismertem. De ma már látom, hogy voltak, akik hittek bennem és a szenvedélyemben. Hihetetlenül sokat segítettek. Mindannyian férfiak voltak, mert akkor még csak férfiak dolgoztak ezen a területen. Sokféle lehetőséget kaptam tőlük, és minden apró lehetőség arra sarkallt, hogy valamit jól csináljak. Amikor sikerült, áttértem a következő szintre. Nem volt térképem, ami megmondta volna, hogyan jutok el innen oda. Mindig eggyel továbbléptem, és a környezetem a helyes út felé terelt.

Miután megszerezte a diplomát a Kaliforniai Műszaki Egyetemen – az évfolyamán tanuló két lány egyikeként –, tíz évig a Los Alamos-i Nemzeti Laboratóriumban dolgozott, Új Mexikóban; asztrofizikai kutatásokat folytatott. Egyetemi karrierje a Pennsylvániai Állami Egyetemen kezdődött, majd átment a NASA-hoz, Washingtonba.

France Córdova az asztrofizika számos területét bejárta. Részt vett azokban a kísérletekben, amelyek a pulzárokból (lásd Bell-Burnell fejezetét) és a „fehér törpék”-ből érkező röntgensugárzást mérték. A fehér törpék nagyon kompakt, sűrű csillagok; hasonlítanak a pulzárokhöz, de kisebb a tömegük. Az egyik kutatásban, amelyet France irányított, erős gravitációs terekben végbemenő folyamatokat vizsgáltak; ilyen terük van például a pulzároknak és a röntgensugárzó kettőscsillagoknak, az utóbbiakban a két csillag közös tömegközéppont körül kering, és röntgensugarakat bocsát ki.

A méréseken kívül France űreszközök fejlesztésével is foglalkozott. A NASA-nál részt vett az Európai Űrügynökség többtükörös röntgenszállagászati műholdjának (X-Ray Multi-Mirror Mission) felbocsátásában. Ennek a fontos programnak az volt a célja, hogy a nagy teljesítményű röntgentávcsöveket optikai monitorral együtt juttassa az űrbe. Azelőtt nem létezett ilyen röntgenobszervatórium. France az optikai monitor digitális jelfeldolgozó egységéért felelt, és ő vezette az amerikai kutatócsoportot. A Föld légköre nem engedi át az űrből származó röntgensugarakat. A röntgentávcsöveket tehát a légkörön túlra kell juttatni, hogy detektálhassák a világegyetem távoli objektumairól érkező röntgensugárzást. A műholdat 1999-ben lőtték fel, France ekkor már a riverside-i Kaliforniai Egyetemen dolgozott vezető beosztásban. Megkérdeztem, hogyan tudott összeegyeztetni két ennyire különböző, rendkívül felelősségteljes munkát. „Ekkor a kísérleti berendezés elkészítésének végső fázisában járt a repülési csoportunk. Én csak a megfelelő embereket választottam ki a munkához, és sok diákot is alkalmaztunk. Mivel csoportmunkáról volt szó, mindkettőre jutott energiám. Erre nem lettem volna képes, ha én lettem volna az egyetlen kutató; nem maradt volna rá időm. De ha az ember csapatban dolgozik, azt kell csak figyelnie, hogy mindenki azzal foglalkozzon, amihez ért, és akkor a munka meglesz. Ez 1999-ben volt.”

2007-ben, amikor France átment a Purdue Egyetemre, a NASA-tól kapott kutatástámogatása már majdnem elfogyott; munkatársai új állásokat kerestek, ő abba is hagyta a kutatást. Úgy érezte, a Purdue elnöki teendői annyira lefoglalják, hogy nem jut másra ideje. „Tudom, hogy azok a kutatók, akik intézményvezetők lesznek, mindkettőt próbálják vinni egy darabig.” Még ebben a munkában is nagyon hasznosnak tartotta a tudományos háttérét – ismerte a nyelvet, megértette a problémákat, és jó kérdéseket tett fel, amikor hosszú távú kutatási programokat terveztek a kollégákkal. „Szeretem a vezetői feladatokat, és azt hiszem, hogy az a többféle szerény jártasság, amelyet a novellaírástól az egzakt tudományokig megszereztem, most szépen kiegészíti egymást, segít a munkámban.”

Beszélgetésünk közben szóba kerültek a földön kívüli civilizációk. France-t nagyon érdekli ez a kérdés, de hangsúlyozta, hogy szigorúan különbséget kell

tenni a földön kívüli élet és a földön kívüli civilizációk lehetősége között. Amikor a NASA munkatársaként kereste a világegyetemben esetleg előforduló élet jeleit, rájött, hogy könnyen félreérthetik ezeket a kutatásokat.

Sokan a kis zöld embereket keresik. De nem ez a fontos, hanem az életet kell megérteni; meg kell tudnunk, hogyan keletkezett a földi élet, és hogy más bolygón is adottak-e az élet feltételei. Kulcsfontosságú lépés volt, amikor elválasztották egymástól az élet és a civilizáció keresését. Indítottam egy kurzust is „Földön kívüli élet” címmel, amelyben arról beszéltem, hogyan alakulhat ki, tartható fenn az élet szélsőséges körülmények között. Ez sok lehetőséget vázolt fel a naprendszerbeli és az azon kívüli élet számára. A civilizáció keresése egészen más. Nagyon valószínűtlen, hogy megtaláljuk, mert a világegyetem iradatlanul nagy.

France egyik hobbija a sziklamászás. Ez hozta össze Christian Fosterrel, egy középiskolai tanárral, aki természettudományokat tanít. Egymásba szerettek, 1983-ban össze is házasodtak. Egy lányuk és egy fiuk született. Hogy lehet valaki egyszerűen kutató, magas szintű vezető és mama? Mi a titka?

Nagyon elégedett vagyok a gyerekevelési módszereinkkel. Sokat költözünk ugyan, de kevesebbet, mint például azok, akik a katonaságnál dolgoznak. Véleményem szerint az alkalmazkodás hasznos – még akkor is, ha nehéz. Jól sikerültek a gyerekeink; rendes emberek, ügyesen veszik az akadályokat [...] Mindig igyekeztem vacsorára hazaérni (mindegy, mit ettünk), aztán késő este, éjszaka is dolgoztam. Nem tudom, hogy ők mit mondanának, de én elégedett vagyok. Ha a férjemet kell jellemeznem, legelőször a fantasztikus stabilitása jut eszembe: mindig nagyszerűen alkalmazkodik az új szituációkhoz. Könnyen barátkozik, a gyerekek neveléséből mindig kiveszi a részét, több mint felerészben, [...] tökéletes támasz. Nagyon őszinte; rendszerint eljön, amikor beszédet tartok, és utána elmondja, ha rossz volt, ha nem találtam meg a hangot a hallgatósággal vagy valami más hibát vétettem.

France Córdova sikerei nagy nyilvánosságot kaptak. 1984-ben „Amerika 100 legkiválóbb, negyvenévesnél fiatalabb tudósa” közé választotta a *Science Digest*.² 1996-ban, amikor a NASA-nál dolgozott, szerepelt a PBS egyik tv-programjában. Az „Áttörés. A tudomány változó arca Amerikában” sorozat húsz, különböző tudományos területen működő indián, afroamerikai és „latino” (latin-amerikai származású) kutatót mutatott be.³ A következő évben a *Hispanics*

Business a „100 legbefolyásosabb hispán” közé sorolta, a *Latino Leaders* értékelése alapján pedig nemrég bekerült „Hispán Amerika 101 legbefolyásosabb vezetője” közé.² Elnyerte a Kilby-érmet, amelyet évente ítélnek oda, „azoknak a meg nem énekelt hősöknek és hősnőknek, akik a tudomány, a technika, az innováció, a találmányok és az oktatás terén jelentősen gazdagítják a társadalmat”.⁴

France Córdova ezt tanácsolja a fiataloknak – lányoknak és fiúknak egyaránt:

Mindegy, milyen pályán indulsz el, mindig lesznek napok, hetek vagy hónapok, amikor kételkedsz magadban. Az ember ilyen: néha azt gondoljuk, hogy nem vagyunk elég jók, és könnyen találunk valakit, aki jobb, ragyogóbb, okosabb nálunk. De ez ne nyomasszon; ha tudod, mi szeretnél lenni, told félre a rossz gondolatokat, és legyen belső erőd a továbblépéshez. Soha ne felejtse el, amit magad elé tűztél, és tudnod kell, hogy ha elérted, a kutya se törődik a „múltaddal”. Akkor már senkit sem érdekel, hogy milyen jegyeid voltak. Az ember néha gyötrődik a rossz jegyek miatt, de ezekre később már senki sem emlékszik. Tudom, persze, hogy mondani könnyebb, mint csinálni.

MARYE ANNE FOX

Kémikus



Marye Anne Fox 2000-ben Raleigh-ben, Észak-Karolina állam
(Hargittai Magdolna felvétele)

A San Diegó-i Kaliforniai Egyetem első női kancellárjaként Marye Anne Fox döntő szerepet játszott az egyetem minden addiginál nagyobb fejlődésében. Nyolcéves vezetői ciklusának lejártakor a Kaliforniai Egyetemek rendszerének elnöke ezt írta róla: „A San Diegó-i Kaliforniai Egyetem kancellárjaként Marye Anne Fox látványosan növelte az egyetem korábban kivívott jelentős tekintélyét.”¹ Mindez azután történt, hogy Marye Anne hasonló sikereket ért el az Észak-karolinai Állami Egyetem rektoraként, miközben szerves kémiai kutatásaival sem hagyott fel.

Marye Anne Payne 1947-ben született Cantonban, Ohio államban. Édesapja acélgyárban dolgozott vezetői beosztásban, édesanyja általános és középiskolában tanított. Bár édesapja értett valamennyit a metallurgiához, nem volt tudós ember; édesanyja újságírást és latint tanult. A természettudományok tehát nem játszottak fontos szerepet a család életében. Marye Anne úgy emlékszik, még gyerekkorában kezdte el érdekelni a tudomány, közvetlenül a szputnyik fellövése után. Ez az esemény sok amerikai fiatal érdeklődését keltette fel a természettudományok iránt. Marye Anne a kémiát választotta, mert itt „a matematikai oldal tisztasága, szimmetriája és szépsége együtt jelenik meg a biológiával rokon kísérleti oldallal”.²

Marye Anne korán férjhez ment, közvetlenül a BSc-tanulmányok után. Férje orvos volt, ami Marye Anne tanulmányainak is irányt szabott:

Mindenhová követtem; a Clevelandi Állami Egyetemen szereztem meg a mesterfokozatot, mert Clevelandben még be kellett fejeznie egy egyéves kórházi gyakorlatot. Aztán Dartmouthba is elmentem vele, és lényegében azért jártam doktori iskolába, mert ott kapott hároméves rezidensi állást. Három év alatt meg kellett szereznem a fokozatot, mert csak addig maradhatott ott. Amikor besorozták a légierőhöz, posztdoktori ösztöndíjat kértem. Tehát oda is követtem, ennek megfelelően kerestem posztdoktori állást. Aztán Texasba költöztünk, ami lényegében az én választásom volt; ehhez az egyhez ő igazodott.

Marye Anne 1974-ben lett a Texasi Egyetem Kémia Tanszékének munkatársa. Korábban szerves kémiai és fizikai szerves kémiai kutatásokat folytatott.

Mindig érdekelt a vegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatot; legfőképpen az, hogy a fény hatására hogyan változik meg a reakcióképesség a szokásos, alapállapotú viselkedéshez képest. Elsősorban az oxidációs reakciókat és a fénnel kiváltott elektronátadást (fotoindukált elektrontranszfert) vizsgálom már régóta. Talán elmondhatom, hogy legjelentősebb tudományos eredményeimet ezen a két rokon területen értem el, vagyis a szerves fotoelektromos kémiában – ahogy én hívom. Fénnel váltunk ki olyan reakciókat, amelyeket egyetlen elektron átadása indít el a félvezetők felületén. Megvizsgáljuk, hogyan stabilizálja a felület a köztitermékeket, hogyan haladnak előre a reakciók. Másodsorban pedig a hosszú távú, fénnel kiváltott elektronátadási folyamatokat és az elektronátadási láncok képződését tanulmányozzuk. Az elektronátadást tehát nagyon hosszú szakaszon szabályozhatjuk, és így kísérleti információt kapunk a kiindulási és a végállapot csatoltságáról, ami elősegíti az elektroncserét.

Húsz éven át tartó sikeres kutatói és oktatói pályafutása után Marye Anne-t kinevezték az austini Texasi Egyetem kutatási alelnökének. Négy évig, 1998-ig töltötte be ezt a tisztséget. Ezután lett az Észak-karolinai Állami Egyetem első női kancellárja. Megkérdeztem, mi vonzotta a vezetői állásokhoz. Kiderült, hogy tudománypolitikai munkássága már sokkal korábban elkezdődött, és ebben nagy szerepe volt egyik példaképének és mentorának, Norman Hackerman professzornak:

Ő maga is vezető lett, miután kiemelkedő tudományos pályát futott be. A Texasi Egyetem és a Rice Egyetem elnöke volt. Ő vont be az országos tudománypolitikát alakító bizottsági munkába az Amerikai Tudományos Akadémián. Nagyon fiatalon, már a harmincas éveim közepén kineveztek az egyik bizottságba. Úgy látszik, jól dolgoztam, mert felfigyeltek rám, és bevásztottak a Nemzeti Tudományos Tanácsba [1991–1996]; munkabizottsági elnökként olyan programok és tervezetek tartoztak hozzám két évig, amelyek a Nemzeti Tudományos Alap kutatástámogatási rendszerébe ágyazódtak. Ezek a programok és tervek ösztöndíjakra és oktatási rendszerekre vonatkoztak, így sok különböző tudományba nyertem betekintést. Nézzük például a csillagászatot; elmentem a Déli-sarkra, hogy képet alkossak az ottani asztrofizikai munkáról, megtekintettem a Hawaii-ban épülő távcsöveket. De fizikai, anyagtudományi, társadalomtudományi, biológiai és élettudományi kutatásokkal is megismerkedtem. Végül a szervezet alelnöke lettem, és tapasztalatot szereztem a Kongresszussal való együttműködésben. Még a Nemzeti Tudományos Alapnál dolgoztam, amikor felkértek a kutatási alelnöki posztra. Előtte mezei oktató voltam, és minden gyakorlat nélkül ültem az alelnöki székbe. Valószínűleg elég jól dolgoztam, mert később erre a munkára is javasoltak [az Észak-karolinai Állami Egyetem kancellári állására]. Most tehát kancellár vagyok, a mi rendszerünkben a kampusz legmagasabb rangú vezetője. Ez a kampusz Észak-Karolinában a legnagyobb egyetem, mi tanítjuk a műszaki és a természettudományokat.

Marye Anne egy másik kollégájáról, a néhai Michael Dewarról is mesélt, aki vel a Texasi Egyetemen dolgozott együtt. A híres elméleti kémikust szintén a mentorai között tartja számon. Közösen tanították a kvantumkémia alapjait (a molekulapálya-elméletet). Michael Dewar szóvá tette, ha kolléganője nem magyarázott el valamit elég jól, amiért Marye Anne hálás volt. „Azt hiszem, a jó mentort az fémjelzi, hogy nemcsak támogatja, hanem a hibáira is figyelmezteti az embert.”

Az Észak-karolinai Állami Egyetem kancellári posztját hat évig töltötte be Marye Anne. 2004-ben a San Diegó-i Kaliforniai Egyetem kancellárja lett. Nyolc év után, 2012-ben vonult vissza. Azóta csak a tanítással és a kutatással törődik. De a korábbi évek alatt sem távolodott el a kémiától, ami jórészt második férjének, James Whitesell kémiaprofesszornak köszönhető, akivel közös kutatásokat folytat. Megkérdeztem, hogyan tudott megtartani egy viszonylag nagy kutatócsoportot. „Csak azért birkózom meg egy ekkora csoporttal – válaszolta –, mert a férjem vegyész, aki segít a kutatócsoport munkájával járó napi »válságkezelés-

ben«. Annyira szeretek kutatni, hogy talán nem is tudtam volna teljesen lemondani róla.» Az utóbbi húsz évben két egyetemi tankönyvet is írt a házaspár.

Marye Anne-nek három fia van az első házasságából. Mikor találkozott élete legnagyobb kihívásával? „Azt hiszem, akkor, amikor doktori iskolás koromban kiderült, hogy terhes vagyok. El kellett döntenem, hogy mennyire fontos nekem a kutatás. Huszonhét éves voltam. Ekkor köteleztem el magam az aktív intellektuális élet mellett, és elhatároztam, hogy be akarok kerülni egy egyetemre. A döntés megérlelése után sok minden könnyebb lett.” Marye Anne úgy látja, gyerekei nem szenvedték meg a teljes odaadással dolgozó anyát, épp ellenkezőleg. „Egy tudócsaládban egészen más a szülő-gyerek kapcsolat. Emlékszem, a fiaink legtöbb barátja észrevette, hogy a vacsora melletti beszélgetések nálunk más szinten folynak, mint náluk.” A családért érzett felelősség még a munkáját is előrevitte: „Segített a pályámon. Koncentrálnom kellett. Megfigyeltem, hogy azoknak a munkatársaimnak, akiknek nincs gyerekük, nem kell annyira koncentrálniuk, mint azoknak, akiknek otthon is kötelezettségeik vannak. Egész pályámat végigkísérte ez a koncentráció. Már az elején megtanultam, hogy több feladatot kell ellátnom, ami később nagyon jól jött.”

Mire Marye Anne-t véglegesítették, biztosan jól ment a koncentráció: ekkor már három gyereke volt. A picik mellé felvett valakit, de később a bölcsőde, óvoda „órájához” kellett igazítania a munkáját. „Természetesen mindig kompromisszumokat kell kötnünk. A baseball-meccsre magammal vittem az aktatászkámat, ha a gyerekeim játszottak – de ott voltam.”

Az Egyesült Államok tudománypolitikájának alakításában az 1990-es évek eleje óta vesz részt: ekkor lett a Nemzeti Tudományos Tanács tagja. Texas állam kormányzója, George W. Bush tudományos tanácsadójaként is dolgozott az 1990-es évek végén. Ezt a tevékenységet később is folytatta: tagja volt George W. Bush elnök Tudományos és Műszaki Tanácsadó Testületének. Sok különböző szervezet tanácsadó testületében is dolgozott; felsorolásuk több oldalra rúg az életrajzában. Díjainak, elismeréseinek listája is hasonlóan hosszú. Az Amerikai Tudományos Akadémia tagságára a legbüszkébb (1994). Szintén rangos kitüntetés a Nemzeti Tudományos Érem, amelyet Barack Obama elnöktől vett át (2011). Még egy, 1996-ban elnyert díját említem meg, mert „a legkedvesebbek közé tartozik a mentorálásért kapott Monie A. Ferst Díj, amelyre a Sigma Xi érdemesített: azt ismeri el, amit én is a legnagyobb értéknek tartok: figyelemmel kísérem tanítványaim kutatóvá érését és önállósodását.”

KERSTIN FREDGA

Csillagász



Kerstin Fredga 2000-ben Stockholmban
(Hargittai Magdolna felvétele)

„Mindig érdekelt a csillagászat; tízéves koromban azt mondtam a szüleimnek, hogy el akarok jutni a Holdra. Odavoltam a csillagászatért” – mondja Kerstin Fredga, az asztrofizikai úrkutatás professzora, a Svéd Nemzeti Úrkutatási Bizottság volt igazgatója, a Svéd Királyi Tudományos Akadémia korábbi elnöke.¹

Kerstin Fredga 1935-ben született Stockholmban, értelmiségi családba. Édesapja kémiaprofesszor volt Uppsalában, édesanyja óvónőként dolgozott, amíg férjhez nem ment. Kerstin a család öt gyereke közül a középső. „Nagyon jól éreztük magunkat otthon, mert mindenki azzal foglalkozhatott, amivel akart. Az egyik húgom varrt, az egyik bátyám fát vágott az erdőben. Nekem csillagászati könyveket adtak a szüleim.”

Kerstin az Uppsali Egyetemen tanult, 1962-ben nyerte el a PhD fokozatot csillagászatból. Ezután Capri szigetén dolgozott a svéd napkutató állomáson (Nápolytól nem messze): „Én nem éjszakai, hanem napenergia-csillagász vagyok. Caprin a Napot tanulmányoztuk, és megfigyeltük a Napon bekövetkező napkitöréseket és fellobbanásokat. Ez az állomás a napkutatásra szakosodott nemzetközi obszervatóriumokhoz tartozott.” Munkájuk gyakorlati okokból is fontos volt. A második világháború alatt megfigyelték, hogy erős napkitörések idején a pilóták elveszíthetik a kapcsolatot a földi bázissal. Életeket ment-

het, ha előre tudnak ezekről az eseményekről. A napkitörések még ma sem jósolhatók pontosan, de legalább az előfordulásuk valószínűségét meg tudják határozni.

Capri után Kerstin néhány évet a NASA-nál töltött, a Goddard Űrközpontban. Készített egy műszert, amelyet az általa tervezett kutatórakétán bocsátottak fel a világűrbe: „Nem mindennapi pillanat volt! Az ultraibolya tartományban is látni akartam a Napot – ebben a hullámhossztartományban nem látjuk a Földről, mert a légkör jórészt kiszűri az ultraibolya sugárzást. A műszerem fényképeket készített a Napról. Ezeket össze tudtuk hasonlítani a földi Nap-felvételekkel. Amíg a NASA-nál dolgoztam, Amerikában, négy rakétát bocsátottam fel, és ezekhez minden támogatást megkaptam.”

Svédországi hazatérése előtt rövid ideig Hollandiában – az Utrechti Egyetem Csillagászati Intézetének Űrkutatási Laboratóriumában – dolgozott. 1973-ban kinevezték a Stockholmi Egyetem professzorának. Ugyanekkor, „másodállásban”, a Svéd Nemzeti Űrkutatási Bizottságnál is munkát vállalt, majd fokozatosan áttért az irányítói szerepkörre. „Nem sajnálom; szerettem a kutatást, de ezt is szeretem.” Először az Űrkutatási Bizottság tudománypolitikájáért felelt, 1989-ben pedig a szervezet elnök-igazgatója lett – tíz éven át az is maradt.

Az Űrkutatási Bizottság a NASA svéd megfelelője. Az űrtudomány terén folyó munkák kutatási tanácsaként működünk. Mi támogatjuk azokat a tudósokat, akik rakétákat akarnak használni a kutatásaikhoz. Svédország egyik különlegessége, hogy a Golf-áramlat miatt messze északra felhúzdódik a mérsékelt öv. Egészen távol, Kirunában van kilövőállomásunk [Kiruna Svédország legészakibb városa, az északi sarkkörtől körülbelül százötven kilométerre északra fekszik]. Ez azért jó, mert ha például az északi fényt (aurora borealist) akarjuk tanulmányozni, akkor „bele kell lőni”, ehhez pedig magasan északról kell indítani a rakétát. Ennek a helyszínnek más előnyei is vannak. Ha például műholdról akarunk „lenézni” a Földre, akkor a műszer a pólusok fölött áthaladva kerüli meg a Földet; közben a Föld forog, ezért egyszerre csak egy szeletet látunk belőle, és szeletenként haladunk tovább. Az Egyenlítőn ez nem menne. Sok más okból is fontos munka folyik Kirunában. A nemzetközi együttműködésekben mi képviseljük Svédországot; az Európai Űrügynökség tagjai vagyunk. Azt is el kellett érniük, hogy megbízhatóan támogathassuk a svéd kutatók rakétákon folyó kísérleteit, és hogy a svéd ipar szerződéseket kapjon, a befektetett pénzünk pedig megtérüljön. Az én időmben körülbelül hétszázmillió svéd korona volt az éves költségvetés.

Megkérdeztem Kerstint, hogy a kutatást vagy a magas szintű irányítást szereti-e jobban. „A legélvezetesebb az volt, amikor rakétákat bocsátottam fel az Egyesült Államokban. De a többiekéről való gondoskodást, a kutatási lehetőségek megteremtését is magától értetődőnek tartottam. Ennek érdekében politikusokkal kellett tárgyalnom, pénzt kellett szereznem a kutatásokra, külföldön kellett képviselnem Svédországot – amit élveztem, sok örömet találtam benne. Mindent a maga idejében...”

Kerstin még az Ūrkutatási Bizottság élén állt, amikor megválasztották a Svéd Királyi Tudományos Akadémia elnökének; 1978 óta már akadémikus volt. Ez az elfoglaltság nem igényel napi nyolc órát, de a svéd tudomány „csúcán” betöltött poszt nagy tekintélynek örvend. Az Akadémiát 1759-ben alapították. Azóta mindig szabadon, a kormánytól függetlenül működik. Nimbuszát a Nobel-díj is növeli; ez az intézmény ítéli oda a fizikai és a kémiai díjat, valamint a közgazdasági Nobel-émlékdíjat. A bizottságok egész évben dolgoznak; alaposan megvizsgálják, értékelik a tudósok teljesítményét. Kerstin úgy érzi, nagyon jól látják el a feladatukat – több mint száz éve.

Milyen hatása van a Nobel-díjnak a svéd tudományra? – kérdeztem.

Nagy. Rengeteg kutatót vonunk be a döntések előkészítésébe, amihez ismerniük kell a szakterületük új eredményeit. Édesapámat is felkérték a közreműködésre. Emlékszem, hogy végigolvasta a nyarainkat: készült az az évi értékelésre. Svédország a világ legjobb kutatóit látja vendégül, akik előadásokat tartanak, elmennek az intézeteinkbe, beszélgetnek a diákokkal. Sok fiatal biztosan a Nobel-díj hatására választja a kutatói pályát, a díj mégis azzal gyakorolja a legnagyobb hatást a svéd tudományra, hogy a kutatóinknak folyton „képben kell lenniük”.

Kerstin Fredgának nem volt könnyű dolga, amikor egyszerre kellett ellátnia az Ūrkutatási Bizottság és a Tudományos Akadémia elnöki feladatait. Néha úgy érezte: ez már sok; egyik munkájának általában a nappalokat, a másikat az éjszakákat szentelte. „Ugyanakkor a két megbízatás kölcsönösen segítette egymást. Az Ūrkutatási Bizottság elnökeként az egész világ ūrkutató-közösségével és a Bizottság tagjaival is kapcsolatban álltam. Az akadémiai elnökségnek szintén megvolt az előnye; ennek a tisztségnek nagy a presztízse.”

Kíváncsi voltam, közrejátszott-e ezeknek a rangos posztoknak az elnyelésében, hogy nő. Kerstin véleménye szerint akkor, amikor az Ūrkutatási Bizottság elnöke lett, ez a kérdés korántsem tűnt olyan fontosnak, mint most. Megválasztásakor már egy ideje a Bizottságban dolgozott, ezért talán azt gondolták,

hogy alkalmas vagyok a feladatra. Látták, hogy érdekel a munka. Ma esetleg más lenne. Az egyik miniszterünk speciális professzori állásokkal igyekezett segíteni a nőknek, ami nem javít a helyzeten, mert ellenhatást vált ki. Lehet, hogy valaki ma éppen ennek a levét issza, „jobb esetben” azzal vádolják, hogy azért nyerte el az adott pozíciót, mert nő. Svédországban eddig nem volt nagy baj, de a tendencia látható. Senki sem elégedett. Úgy próbálnak segíteni, hogy közben ártanak. Véleményem szerint egyetlen dolgot tehetünk: szigorúan a tudományos érdem alapján kell kinevezni a professzorokat. Az egyik szabályunk előírja, hogy két, azonos kvalitású pályázó esetén annak kell megkapnia az állást, aki az alulreprezentált nemhez tartozik – tehát nő és férfi egyaránt lehet, esete válogatja. A természettudományokban rendszerint a nő kapja, a bölcsészettudományokban inkább a férfi. Ez elég tisztességes, de ennél tovább nem mehetünk el. Nem vezethetünk be kvótákat.

Kerstin kétszer ment férjhez; az első házasságából született egy fia. Az első férje szintén csillagász volt, így találkoztak. A második férje bölcsész. Korábban a Stockholmi Egyetem rektora volt, a Tudományos Akadémián ismerkedtek meg. Kerstin is jól tudja, hogy nem könnyű gyereket nevelni, ha mind a két szülő dolgozik:

Ez bizony kemény dió; az ember mindig ad hoc megoldásokat talál. A férjeknek is ki kell venniük a részüket, osztozniuk kell a terhekben. Én igazi óvodát nyitottam – „pingvin”-nek hívtuk, mert ezek a madarak közösen gondozzák a gyerekeiket. Több családnak is volt kisgyereke, ezért öszszefogtunk, és megszerveztük az óvodát; együtt a férjek és a feleségek. Magánvállalkozás volt, de nem így hívtuk, mert a „magán” szónak Svédországban rossz a kicsengése – itt minden inkább kollektív, szocialisztikus. „Szülői szövetségi kísérlet”-nek neveztük. Nagyon bevált, ma is működik. Az embernek meg kell találnia a megoldásokat; nem szabad másra várni.

Kerstin tanácsa a dolgozó anyáknak:

Annak kell prioritást adni, ami az adott időpontban a legfontosabb, később még bepótolhatjuk a többit. Néha kicsit lassítani kell, érdemes visszavenni a versenyzésből, mert sohasem szabad fájdalmat okozni a családnak, a gyerekeknek pedig végképp nem. Nehéz, de nem lehetetlen.

Kerstin nem tapasztalt diszkriminációt a pályája során:

Sok svéd nő valószínűleg azt mondaná, hogy ő bizony igen. Én nem hiszem, hogy bármilyen hátrány ért volna azért, mert nő vagyok. Persze, nagyon sok múlik a környezet reakcióinak, mások viselkedésének az interpretálásán. Az Egyesült Államokban kegyetlenül nehéz volt, de azt hiszem, másnak is az lett volna. Szerintem az ember attitűdje is számít; attól, hogy nem tekintünk valamit nemi diszkriminációnak, mások még annak foghatják fel. Erről sokat vitatkozom a kolléganőimmal, akik folyton azt kérdik: „Hát nem látod?” Én meg azt válaszolom: „Nem.” Ha pedig nem látom, nem is viselkedem úgy, mintha diszkrimináció érne, és utána már nem ér diszkrimináció. Sok múlik rajtunk. Azt is megkérdézheti, hogy nem ért-e pozitív diszkrimináció. Nem, nem igazán. Nem hinném. Senki sem vádol azzal, hogy túl magasra kapaszkodom. A tudományos világban talán könnyebb...

CLAUDIE HAIGNERÉ

Neurológus



Claudie Haigneré 2003-ban Párizsban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Először kórházi orvosként dolgozott, aztán idegtudományból szerzett PhD fokozatot. Később francia kutatási és fejlesztési miniszternek, majd európai ügyekért felelős miniszternek nevezték ki. A kettő között az űrben is járt: ő volt az első francia űrhajósnő. Részt vett a közös francia–orosz űrrepülésekben; a nők közül először őt képezték ki a Szozuz visszatérő egység irányítására; végül ő volt az első európai űrhajósnő, aki eljutott a Nemzetközi Űrállomásra (az Andromède program keretében). A legmagasabb francia kitüntetés, a Becsületrend parancsnoka.

Claudie Haigneré (leánykori nevén André-Deshays) 1957-ben született Le Creusot-ban, egy keletfrancia kisvárosban. Párizsban járt orvosegyetemre, utána sportorvosi, űrorvosi és reumatológusi szakképesítést szerzett. Egy párizsi kórházban dolgozott, amikor egy nap azt olvasta a hirdetőtáblán, hogy a Francia Nemzeti Űrkutatási Központ (Centre national d'études spatiales, CNES) olyan kutatókat keres, akik részt vennének mikrogravitációs kísérleteikben. Az űrutazás már gyerekkorától csábította Claudie-t – azóta, amióta látta Neil Armstrongot a Holdon. A CNES felhívása valóra vált álomnak tűnt... Körülbelül ezer jelentkező közül került be a felkészítésre kiválasztott néhány fős csapatba az 1980-as évek közepén. Az Űrkutatási Központ elsősorban az űrállomáson folytatandó kísérletekhez keresett kutatókat. Claudie Haigneré erre kiválóan felkészült:¹

A reumatológia mellett sportorvosi szakvizsgám is volt. Most ennek a fontossága is tudatosult bennem, és elkezdtem úgy irányítani a pályámat, hogy kutató lehessenek. Különböző tárgyakat vettem fel az egyetemen, például biomechanikát, a mozgás fiziológiáját, és eldöntöttem, hogy PhD fokozatot szerzek. Körülbelül hat évig kutattam a CNRS* neuroszensor-fiziológiai laboratóriumában. Ezalatt félállásban dolgoztam a kórházban is, a laborban is. Idegtudományból nyertem el a PhD fokozatot. Nagyon érdekes tapasztalatra tettem szert a laboratóriumban, mert a munkám szorosan összefüggött a reumatológusi gyakorlattal. A szemmozgás szabályozását tanulmányoztuk mozgás közben, amihez meg kellett ismernünk a nyaki elváltozásokat, a fej- és a szemmozgás idegtudományi alapjait. Ez rendkívül fontos mikrogravitáció esetén; az agy környezetfüggő kognitív térképezéséhez kapcsolódik. Itt első kézből tanulhattam meg a tudományos kutatás szabályait. Ugyancsak itt kezdhettem meg a mikrogravitációs kísérleteket és a nemzetközi tudományos úrkutatási együttműködést.

Végül Claudie a CNES munkatársa lett. Az ő irányításával vizsgálták, hogyan alkalmazkodnak a kognitív és a motoros képességek a mikrogravitációs körülményekhez. Hamarosan részt vett az első űrhajós kiképzésen. Ott ismerkedett meg Jean-Pierre Haignerével, akihez később férjhez ment. „Fantasztikus volt az első hosszú kiképzés, amelyet együtt csináltunk végig. Különleges páros a miénk.” Jean-Pierre korábban pilótaként dolgozott. „Az űrhajósokat két csoportba sorolták: a műszakiak az űrállomás emberi irányításáért feleltek, a kutatók pedig a kísérleti programokért. Ő az elsőbe tartozott, én a másodikba.”

A mikrogravitáció majdnem tökéletes súlytalanságot jelent. „A mikrogravitációs kísérletek különleges laboratóriumban folynak az űrállomáson. A Földön nem tudjuk tanulmányozni a gravitáció hatását (vagy annak a hiányát), mert nem tudjuk kiküszöbölni a gravitációt; centrifugával megnövelhetjük, de elvenni nem tudunk belőle.” A mikrogravitációs környezetben végrehajtott kutatások számos területen hasznosíthatók, például az anyagtudományban, az égésben, a fluidumok fizikájában, a nanotechnológiában, a sejtbiológiában és a biotechnológiában, de még folytathatnánk a sort. A kutatási lehetőségek azonban korlátozottak, ezért a vizsgálatokat alaposan meg kell szervezni, releváns és jól megfogalmazott kérdéseket kell feltenni, az aktuális kísérleteket gondosan elő kell készíteni. Azoknak a jelenségeknek a vizsgálata a legérdekesebb, amelyeket elfed a földi gravitáció. „A helyváltoztatás, a mozgás szabályozását tanulmányoztam

* CNRS: Centre national de la recherche scientifique, Francia Országos Kutatási Tanács.

gravitáció esetén és a súlytalanság állapotában; megvizsgáltuk, hogyan alkalmazkodik az agy ehhez az új állapothoz. Az agyunknak, a motoros képességeinknek hozzá kell szokniuk ehhez a különleges – a mindennapitól nagyon eltérő – környezethez.”

Az űrhajóskiképzés során Claudie hosszú időt töltött a Szovjetunióban, és megtanulta a nyelvet. „Tökéletesen meg kellett értenünk egymást, nem volt mese. Ugyanabban a kiképzésben vettünk részt, ami elég hosszú volt, de mindenki sikerre akarta vinni a programot, és jó kapcsolat alakult ki közöttünk.” A nemzetközi csoportban európaiak és amerikaiak dolgoztak az oroszok mellett. „Mi, európaiak néha úgy éreztük, hidat alkotunk az oroszok és az amerikaiak között.”

Az 1990-es évek elején Claudie irányította a CNES űrfiziológiai és űrorvosi programjait. Többéves kiképzés után, 1992-ben ő volt Jean-Pierre tartaléka abban az űrutazásban, amelyre 1993-ban került sor. A repülés alatt, a földi csoport tagjaként, ő ellenőrizte az orvosbiológiai kísérleteket. 1994-ben őt választották ki a Cassiopée űrprogramra, amely 1996-ban valósult meg. Claudie tizenhat napot töltött az orosz Mir űrállomáson. A fiziológiai, fejlődésbiológiai vizsgálatokon kívül nem-szilárd fázisú fizikai és műszaki kutatásokat folytatott.² Ennél is fontosabb volt 2001-es űrrepülése, amelyre az Andromède űrprogramban került sor. A háromfős legénység tagjaként tíz napot tartózkodott az űrben. A kísérletek széles skáláját hajtották végre a mikrogravitációs fizika, az élettudományok, az ionoszféra-vizsgálatok és a Föld megfigyelése terén. Tanulmányozták, hogyan használja fel az agy a gravitációt az észlelés folyamatában. Később az eredményeket összehasonlították az azonos földi kísérletek eredmé-



Claudie Haigneré 2001-ben, amikor első európai nőként repült a Nemzetközi Űrállomásra (© ESA/CNES, az Európai Űrügynökség és Claudie Haigneré szívésségéből)

nyeivel. Claudie-nak ekkor már hároméves volt a kislánya, aki a Csillagvárosba (az orosz űrhajóskiképző központba) is elment vele, és több hónapig ott maradt. Egy orosz dada vigyázott rá.

Claudie-val arról is beszélgettünk, hogyan boldogulnak a nők az űrhajózásban. Találkozásunk idején, 2003-ban szerinte mintegy negyven aktív űrhajós volt a világon, köztük négy nő, három amerikai és ő.* A hosszú, kemény, nagy fizikai erőfeszítést igénylő kiképzés óriási feladat elé állítja a fiatal nőket. Claudie hangsúlyozta, hogy megéri, és minden nehézség legyőzhető: „A kislányom öt-éves, és mivel a férjem is űrhajós, a családom támogatásával vehettem csak részt a kiképzésen. Tudták, hogy ez milyen sokat jelent nekem. Most is jár hozzánk valaki, aki vigyáz a lányomra reggel és óvoda után. Néha rosszul tűröm, hogy nem lehetek vele többet – de ő nagyon jól elvan.”

Claudie 2002-ben vált meg az Európai Űrügynökségtől. Beszélgetésünk idején Jean-Pierre Raffarin kormányának kutatási és fejlesztési minisztere volt. Hogyan került erre a posztra?

Mivel én vagyok az egyetlen francia űrhajósnő, jól ismernek Franciaországban, és tudom, hogy sok lány engem választ példaképének. Fontosnak tartom, hogy megosszam a tapasztalataimat, a tudásomat, azt a nagy kalandot, amelyben, szerencsére, részt vehettem. A kutatás iránt is megpróbálom felkelteni a lányok érdeklődését, és tudatosítani akarom bennük, hogy legyenek bátrak, ha valóra akarják váltani az álmaikat. A miniszterelnök megkeresett, és megkérdezte, hogy elvállalnám-e ezt a posztot a tapasztalataim birtokában. Új kihívás volt – én pedig elfogadtam. Most megint sokat kell tanulnom, elsősorban a munka politikai oldala jelent újdonságot. Remélem, a kutatói közösség segítségével át tudom szervezni és racionalizálni tudom a rendszert. Nagyon nehéz. Sohasem hittem, hogy könnyű lesz, de jóval nehezebb, mint gondoltam.

Két évig töltötte be ezt az állást, aztán – 2004–2005-ben – európai ügyekért felelős miniszter és „francia–német együttműködési főtitkár” lett. 2005 novemberében az Európai Űrügynökség a főigazgató tanácsadójának nevezte ki.

2008-ban, néhány nappal karácsony előtt, orvosság-túladagolás miatt kórházba szállították. Az újságok öngyilkossági kísérletet rebesgettek. A *Libération* című lap egyik cikke szerint Claudie „kiégési szindrómának” tulajdonította az esetet. „Az ember nem hunyja be a szemét, teljesen kiürül, az érzelmek eltompulnak és eltűnnek; haszontalannak, nullának, jelentéktelennek érzi magát.

* A világ első űrhajósnője a szovjet Valentyina Tyereskova volt; ő 1963-ban került meg a Földet.

Ráadásul aludni akar, ki akarja kapcsolni azt a robotot, amivé vált. Öt-hat jó erős tableta, vagy talán több is...”³ Meghaladta az erejét ez a sok nagyszerű és rendkívüli igénybevétellel járó feladat? Úgy érezte, hogy ezek után az eredmények után már nincs miért élni? Nem tudjuk. De szerencsére rendbe jött, és megint számos tisztséget tölt be, nagy vállalatok és alapítványok igazgatótanácsának tagja. 2009-ben ő lett két párizsi tudományos múzeum – a Cité des sciences et de l’industrie (Tudományok és Ipar Városa) és a Palais de la découverte (Felfedezés Palotája) – igazgatója, amelyeket Univercience néven egyesített. Az új intézmény el akarja érni, hogy mind többen tanuljanak természet- és műszaki tudományokat, s a fiatalok új gondolatokat fogalmazzanak meg a tudományról és a társadalomról folyó vitában. Claudie újra megtalálta a helyét.

HELENA ILLNEROVÁ

Biokémikus



Helena Illnerová 2001-ben Prágában
(Hargittai Magdolna felvétele)

Az 1950-es és 1960-as évek Csehszlovákiájára – sőt, egész Közép-Kelet-Európájára – jellemző lehetett az a történet, ahogyan Helena Illnerová elhatározta, hogy kémiát tanul. Gyerekkorában a tudomány mellett a humán tárgyak is nagyon érdekelték. De olyasmit akart tanulni, ami távol esik a politikától, az ideológiától. Ügyvéd édesapját több állásából is elküldték, mert nem tartották megbízhatónak. Végül egy üvegyárban talált munkát, ahol kutatási feladatokat kapott. Helena innen vette az ötletet, hogy szervesetlen kémikus lesz. Ez elég érdekesnek, ideológiailag pedig elég semlegesnek látszott: nem tűnt „veszélyesnek”. Bár a szíve az irodalom felé húzott, a természettudományokat is szerette, ezért a kémiát nem tartotta rossz választásnak. Így lett vegyész, amit sohasem bánt meg.

Helena Illnerová (leánykori nevén Lagusová) 1937-ben született Prágában, zsidó értelmiségi családba. Édesanyja nem tanult tovább, de több nyelven beszélt, ahogy édesapja is. Helena anyai nagyapja egyetemi tanár, a brnói Masaryk Egyetem rektora volt. A náciak meggyilkolták a második világháború alatt. Helena édesapját és családtagjait koncentrációs táborba vitték; a háború után egyedül édesapja tért haza. Az 1948-as kommunista hatalomátvételt követően Helena családjára nehéz idők jártak: „A nővérem – bár kitűnően tanult – nem járhatott gimnáziumba, mert értelmiséginek számítottunk, amit nem néztek jó

szemmel. Végül mégis mindketten bekerültünk az egyetemre. Az utolsó évünk alatt, az 1950-es évek végén, édesanyánkat – a régi világ értelmiségének más tagjaival együtt – bíróság elé állították. Anyánk öngyilkos lett. Ezzel a szörnyűséggel ért véget a gyerekkorunk.”¹

Helena a prágai Károly Egyetemen szerzett biokémikusi oklevelet; az Élettani Intézetben kezdte meg doktori tanulmányait. Hamarosan rájött, hogy felkészültsége hiányos, mert egyetemi tanulmányai alatt a genetika még tabu volt, ezért a kémiai vonatkozásait sem tanították meg rendszeresen. 1961-ben végzett, s bár a DNS kettős hélix szerkezetét már régen (1953-ban) felfedezték, még nem került be a tananyagba. Csak ismeretterjesztő cikkeket olvasott róla. A csehszlovák rendszer a szovjetet követte: Lizenko tudománytalan tanait nem kérdőjelezheték meg. A változás azonban elkezdődött, és Helena doktori kutatásai alatt a genetika nem volt többé tiltott gyümölcs.

Helena fő kutatási területe az emlősök biológiai órája, cirkadián ritmusa lett – többé-kevésbé véletlenül. A Fiziológiai Intézetben egy kis szervet kezdett el tanulmányozni, a tobozmirigyét, amely tobozszerű alakjáról kapta a nevét. Ez a mirigy az agyunk közepén van, a két félteke között. Többek között melatonin termel, amely a nappal és az éjszaka változásaira adott válaszunkat szabályozza – vagyis azt, hogy ébren vagyunk-e vagy alszunk.

1970 körül az osztályunk egyik kutatási területe az emlősök mozgásának tanulmányozása volt. Engem a tobozmirigy érdekelt, mert megtudtam, hogy a fény is befolyásolja, és azt gondoltam, érdekes lenne biokémiai szempontból megnézni a fejlődését. Megfigyeltem, hogy a kis patkányok a születésük utáni tizennegyedik napon nyitják ki a szemüket, és eszembe jutott, hogy ennek a kis belső elválasztású mirigynek a fejlődése összefüggésben lehet a szemükön át beérkező fényvel. Mindig piros fényt használtam a helyiségben, mert ennek kisebb a hatása, mint a fehér fényé, de egyszer véletlenül kinyitottam az ajtót, és beáramlott a kinti világosság. Teljesen megváltoztak az eredményeim! A tobozmirigy szerotonin- [neurotranszmitter, ingerületátvivő molekula] koncentrációja, amely éjszaka nagyon alacsony, néhány percen belül megugrott.

Helena nem értette azonnal a jelenség okát; több év alatt derült csak ki, hogy a biológiai órával áll kapcsolatban. Felvillanyozta az összefüggés, és attól kezdve a biológiai órát tanulmányozta. Kutatói pályája során jórészt a szervezet melatonintermelésének szabályozását vizsgálta.

A biológiai óra olyan biokémiai mechanizmus, amely cirkadián ritmusainkat irányítja. A „cirkadián ritmus” kifejezés a szervezet összes olyan fizikai és visel-

kedésbeli változására utal, amely a nappal és az éjszaka, a világosság és sötétség váltakozásának huszonnégy órás ciklusát követi. Minden szervezetnek van circadián ritmusa, az embereknek, az állatoknak és a növényeknek is.

A melatonin nemcsak a nappalt és az éjszakát, hanem az évszakokat is jelzi. Ez a viszonylag egyszerű vegyület az egész biológiai óra működésének „kémiai óramutatója”. A melatonintermelés este indul növekedésnek, és reggel felé csökken.

Miután megértettük a melatonin szerepét, áttértünk magára az órára, az agy bizonyos sejtjeire, hogy a folyamatot is megértsük. A melatonin részben a tobozmirigyben termelődik, az agyban, részben a szemben. Először szerotonin képződik, ebből lesz aztán melatonin. Az az enzim, amely a szerotonint melatoninná alakítja át, annyira „érzi a ritmust”, hogy az éjszakai aktivitása legalább százszorosa a nappalinak. Hogyan lehet egy enzim ritmikus működésének ekkora amplitúdója? Mindenesetre ez az enzim mutatja meg nekünk, hogy mikor nő vagy csökken a melatonintermelés. Ezt a biológiai óra programozza be.

Néhány éve azzal hirdették mindenfelé a melatonint, hogy természetes vegyület, és segít úrrá lenni azokon az alkalmazkodási nehézségeken, amelyek a több időzónát átívelő, hosszú repülőutak után lépnek fel. A kereskedelemben kapható melatonin, persze, mesterséges vegyület, de összetétele megegyezik a szervezetben termelődő anyagával. Helena azonban figyelmeztetett, hogy nem mindegy, mikor és hogyan szedjük. A szervezet a nap adott időszakában, éjszaka állítja elő a melatonint; nappal nem. Ha valaki rosszkor veszi be a vegyületet, vagyis reggel, akkor a szervezet tévesen azt a jelzést kaphatja, hogy este van. Ez összezavarja az ember időzítőrendszerét, amely a szervezet napi programjáért „felel”. Ha viszont olyankor vesszük be a gyógyszert, amikor kelet felé indulunk hosszú repülőútra, vagy már út közben vagyunk, jól jöhet, mert könnyebben előreállíthatjuk a régi óránkat az újhoz. Segíthet az elalvásban és a mélyebb alvásban, de itt is óvatosnak kell lennünk: csak idősebbek esetében biztonságos, mert befolyásolhatja a reproduktív szervek működését – az állatkísérletek legalábbis ezt mutatják.

Szervezetünkben sokféle ritmus jelenik meg. A perifériás szervekben, a vázizmokban, a vesében, a májban, a belekben is működnek órák. Bizonyos körülmények között ezek a szervek óráként viselkedhetnek. A szervezet órái között hierarchia áll fenn; az agyban lévő „központi óra” helyezkedik el a hierarchia csúcán, ez szinkronizálja a többi. Ez a központi óra, amelyet szuprakiazmatikus magnak hívnak, nem más, mint idegsejtek csoportja, amely az összes cirka-

dián ritmust szabályozza: a szervezetben zajló folyamatok ezek miatt játszódnak le „óraműpontossággal”.

A biológiai óra kifejlődése szintén érdekes kérdés. Az újszülötteknek már jár a biológiai órájuk; ritmikus például a szívverésük és a testhőmérsékletük változása. A csecsemő azonban nincs még összhangban a kinti világgal. Az újszülött, aki még nem érzékeli a fényt, „szabadon futó”. A babák órája egész nap szabadon fut, és akkor jelezheti az éjszakát, amikor a szülőknek nappal van, vagy fordítva. A többféle ritmikus működés között előfordulhat olyan ciklus is, amely esetleg nyolc vagy négy óráig tart. A csecsemők három–hat hét alatt alkalmazkodnak a huszonnégy órás ciklushoz. Ezután lassan megszokják a környezetet, kezdik megkülönböztetni a nappalokat és az éjszakákat. Ez valószínűleg nem csak a fény érzékelésétől függ. A melatoninnak is szerepe van benne. Amikor a babák megszületnek, még nem termelnek elég melatonint. A magzat a mamájától kap melatonint, de megszületése után elveszti ezt az információforrást. Helena és munkatársai azonban kimutatták, hogy az anyatej melatonintartalma nagyszerű ritmust követ. Éjszaka nagy a melatoninkoncentrációja, nappal azonban nincs benne melatonin. A pici az anyatejből kaphatja meg az információt. Helenának akkor jutott eszébe ez a vizsgálat, amikor a lánya terhes volt. Együttműködött a kórházi orvossal, és a lányától kapott először tejet a kutatásokhoz. Később, természetesen, nagyobb körre is kiterjesztették a kísérleteket.

A vakokkal végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a biológiai óra beállításában a fény a legfontosabb tényező. A vakoknak is huszonnégy órás a ciklusuk, de az övék a többiekéhez, az emberi környezethez igazodik. A skandináv országok távoli, északi vidékeinek lakói ugyancsak küszködnek a fény hiányával. Helena ezt mesélte:

Egy Norvégiában élő pszichológus barátom Oslóból átment egy északi egyetemre. Azt mondta, az egész település egyetlen nagy kronobiológiai laboratórium. Az emberek nemcsak azért keresnek ott többet, mert hideg van, hanem mert nagyon nehéz elviselni a téli hónapokat. Nappal szinte olyan világosságot kell teremteni, mintha sütné a nap. Az embereknek téli hangulatzavarai lehetnek; amikor a nappalok nagyon rövidek, és az éjszakák nagyon hosszúak, rendszerint időszakos depresszió alakul ki. A hangulatzavar annál súlyosabb, minél északabbra megyünk. Többnyire skandináv és kanadai emberek szorulnak cirkadiánritmus- és fénykezelésre. De az Egyesült Államokban is adódhatnak problémák, mert sokan csak otthon és a munkahelyükön szállnak ki az autóból, nem mennek ki nappal az utcára. A nappali világosság, különösen a reggeli fény nagyon fontos. Ezért jó, ha az embernek reggel meg kell sétáltatnia a kutyáját.

Az emberek többségének huszonnégy óránál valamivel hosszabb a ciklusa, ezért mindennap kicsit „előre kell állítani magunkat”, és ehhez szükségünk van a reggeli fényre.

Helena 1993-ban, nem sokkal a politikai változások után, a Cseh Tudományos Akadémia alelnöke lett. 2001-ben őt választották az Akadémia elnökévé. Ez nagyon rangos és sok feladattal járó poszt. Nem sokkal az elnöki munka megkezdése után kerestem fel Helenát. Kíváncsi voltam, miért fogadta el a tudományirányítói megbízatást egy sikeres kutatói pálya közepén.

Mert annyian kértek rá. Nem akartam nekik nemet mondani; megtisztelt a bizalmuk. Az elnökség előtt alelnök voltam, a biológia és a kémia tartozott hozzám. Ezeken a szakterületeken, szerencsére, becsületesnek ismertek meg, és tudták, hogy jól dolgozom. Megbízta bennem. Talán az is megfordult a fejekben, hogy a változatosság kedvéért érdemes egyszer végre nő kezébe adni a karmesteri pálcát. Négyen pályáztunk, a másik három férfi volt. Nagyon remélem, nem csak azért választottak meg, mert nő vagyok. Vannak elképzeléseim arról, hogy mihez kezdjek az elnöki poszttal. És éppen azért tudok harmonikus környezetet teremteni, mert nő vagyok.

Helena egy turistaegyesületben ismerkedett meg Michal Illnerrel. 1963-ban kötöttek házasságot. Michal szociológus, a Csehszlovák Tudományos Akadémia Szociológiai Intézetében dolgozott (ahogy akkor hívták). Nem sokkal a rendszerváltás után ő lett az intézet igazgatója; nyolc évig töltötte be ezt a tisztséget. Két gyerekük született; a lányuk orvos, endokrinológus, a fiuk mérnök-matematikus. Helenának és Michalnak öt unkája van.

Megkérdeztem, büszke volt-e Michal, hogy Helena lett a Cseh Tudományos Akadémia elnöke. „A döntésem előtt sokszor beszélgettünk arról, hogy jó ötlet-e megpályázni az elnökséget – válaszolta. – Azt nem tudom, hogy büszke-e rám, de azt tudom, hogy nem irigykedik. Arra is vigyázok, hogy amikor együtt megyünk valahová, feleségként jelenjek meg; ha nála van a szó, én elhallgatok. Sokkal jobban beszél idegen nyelveket, mint én. És mivel szociológus, otthonosan mozog a társadalmi, politikai kérdésekben.”

Helénának nem volt könnyű karriert építenie a gyerekek mellett, és nála a család állt az első helyen. Amíg a gyerekek kicsik voltak, este mindig hazament, vacsorát készített, megbeszélték, mi történt aznap. Miután lefektette őket, vizszatért a laborba, a kísérleteihez. Nagyon nehéz feladat volt, de Helena megbirkózott vele.



Helena Illnerová Hargittai Magdolnával Budapesten a Parlamentben a World Science Forum záróünnepségének szünetében, 2005 (Hargittai István felvétele)

2005-ig töltötte be a Cseh Tudományos Akadémia elnöki tisztségét. Ezután különböző bizottságok munkájában vett részt; például az UNESCO Cseh Bizottságának és a Cseh Tudományos Akadémia Tudományetikai bizottságának volt az elnöke. Továbbra sem vált meg a szakmájától, a Fiziológiai Intézet kutató professor emeritája. A cseh rádió „a cseh tudomány nagyasszonyá”-nak és „a Cseh Köztársaság egyik legkiválóbb elméjé”-nek nevezte.²

CHULABHORN MAHIDOL

Kémikus



Chulabhorn hercegnő 1999-ben
(Hargittai Magdolna felvétele)

Kedvenc filmjeim közé tartozik *A király és én* (Deborah Kerr-rel, Yul Brynner-rel) és a későbbi *Anna és a király* (Jodie Fosterrel, Chow Yun-Fattal a főszerepben). Amikor 1999-ben Bangkokban felkerestük Chulabhorn Mahidol thaiföldi hercegnőt, többször is úgy éreztem, hogy néhány jelenet megelevenedik ezekből a filmekből.

Prof. Dr. Ő királyi felsége Chulabhorn Mahidol hercegnő (ez a hivatalos neve) a thaiföldi Bhumibol Adulyadej király és Sirikit királyné legkisebb lánya 1957-ben született Bangkokban. Felmerülhet az olvasóban, hogy mit keres egy hercegnő a női tudósokról szóló könyvben. A válasz egyszerű: Chulabhorn Mahidol *tudós*, ha nem is a szó hagyományos értelmében. A Chulabhorn Kutatóintézet alapító elnöke, a Mahidol Egyetem kémiaprofesszora.

Kutatóintézetében találkoztunk, és persze azt kérdeztük meg először, hogy miért éppen a kémiát választotta. Valószínűleg ő az egyetlen kémikus hercegnő. Kislánykorában nem vegyészként képzelte el az életét: zongorista akart lenni. Édesapja azonban ragaszkodott ahhoz, hogy a gyerekei kivétel nélkül olyan szakmát tanuljanak, amely hasznos egy fejlődő ország – Thaiföld – számára. A hercegnő csak a kémia és a fizika között választhatott... Bangkokban tanult:

a Kasetsart Egyetemre járt, aztán a Mahidol Egyetemen szerzett PhD fokozatot. A kémiai tanulmányok után Németországban és Japánban töltött posztdoktori éveket; az Ulmi Egyetemen géntechnológiai kutatásokat folytatott, majd a Tokiói Egyetem orvosi karán tanult. Így széles körű tudásra tett szert, „de – hangsúlyozta – ez sok-sok évembe került”.¹

Hazatérése után megalapította a Chulabhorn Kutatóintézetet, amelynek célja, küldetési nyilatkozata alapján, „az életminőség javítása”. A hercegnőtől tudjuk, hogy édesapjának ez a jelmondata. Chulabhorn Mahidol kedvence – és az intézet fő kutatási iránya – a természetes vegyületek kémiája. Ez igazi thaiföldi téma, hiszen itt már évszázadok óta a növények gazdag tárházával gyógyítják a betegeket. „Mindig ámulatba ejt, amikor a növények gyógyhatásáról mesélnek az öregek. [...] Meg akarom tudni, mi van a növényben, mi a hatóanyaga” – mondta a hercegnő.² Egyik cikkének bevezetése is érzékelteti, hogy ez a kutatás mennyire illeszkedik hazája adottságaihoz. „Thaiföld elhelyezkedése kivételes, mert az országban megtalálható az indo-burmai biogeográfiai régiót jellemző növény- és állatvilág. Számos kelet-himalájai mérsékelt égövi faj Thaiföld északi hegyeiben is előfordul, míg a déli rész örökzöld erdő: ez a világ egyik leggazdagabb flórájú területe.”³ Thaiföldön elképzelhetetlenül sok növényfaj él. Az intézetben modern berendezések működnek – Németország és Japán ajándékai.

Chulabhorn hercegnő onkológiát, toxikológiát, biokémiát tanít. Emellett a Thai Légierő magas rangú tábornoka, és a légierő tisztjeit kémiai hadviselésre oktatja. Amikor az intézetében találkoztunk, a légierő egyenruháját viselte, mert éppen az egyik előadásáról tért vissza. Arra a kérdésre, hogy miért tanítja ezt a tárgyat, a következőt válaszolta: „Azt akarom, hogy a tanítványaim ismerjék meg a vegyi anyagokat, a biológiai fegyvereket, és legyenek résen, hogy megvédhessék az életüket. Nem a gyilkolásra tanítom őket.”⁴

Mivel az intézetben sokat dolgozik, és több egyetemen is tanít, szülei felmentik a ceremóniális kötelezettségek többsége alól. Megértik, hogy kutatóként nagyobb szolgálatot tehet, mint hercegnőként. Chulabhorn Mahidol elvált; lányai tizenöt és tizenhét évesek voltak a látogatásunkkor, édesapjukkal éltek az Egyesült Államokban.

Chulabhorn hercegnőnek a szülői felmentés ellenére is számos kötelezettsége van a tanításon és a kutatáson kívül. Csak néhányat említek. Sokat tesz Ázsia és a csendes-óceáni térség tudományos együttműködésének elősegítéséért. Ezért az UNESCO-tól – harmadikként a világon – elnyerte az Einstein-érmet. Az ENSZ Környezetvédelmi Programjának különleges tanácsadója. A hercegnő lett az angol Royal Society of Chemistry (Királyi Kémiai Társaság) első tiszteletbeli ázsiai tagja.



A szerző és férje egyik könyvükkel ajándékozzák meg a hercegnőt (a Chulabhorn Kutatóintézet, Bangkok szívésségéből)

Miközben a hercegnő érkezésére vártunk az intézetben, bekísértek bennünket egy terembe, ahol már egy sereg fotós és tv-operatőr gyűlt össze. Amikor a hercegnő belépett, villogni kezdtek a vakuk, de néhány perc múlva kiürült a terem. Este a szállodában láttuk magunkat a tv-ben, amint Ő királyi felségével beszélgetünk. Az összes csatorna esti híradója először a királyi család tagjainak életéről számol be. A beszélgetés után az az óriási ellentmondás maradt meg bennünk a legmélyebben, amely a jól felszerelt, a hasonló nyugati laboratóriumoktól semmiben sem különböző kutatóintézet és még a modern intézetben is erősen élő hagyomány között húzódik.

Látogatásunk a fejezet elején említett filmek 19. századi Thaiföldjét idézte emlékezetünkbe. Egy darabig a kutatóintézet idősebb elnökhelyettes asszonya is a körünkben volt, aki szintén kémiai PhD fokozattal rendelkezik, és a természetes vegyületek kémiájának szaktekintélye. Ez a hölgy térden csúszva járult a hercegnő elé, távozáskor pedig úgy csúszott ki a teremből, hogy véletlenül se fordítson neki hátat. Később eltűnődtünk, milyen tudományos viták folyhatnak ezek között a falak között.

PAMELA MATSON

Ökológus



Pamela Matson 2009-ben Palo Altóban
(Hargittai Magdolna felvétele)

Pamela Matson gyerekkora óta elkötelezett környezetvédő. Első munkája során, a NASA egyik kutatóintézetében, azt vizsgálta, hogyan hat az erdőirtás és a városi szennyezés a brazil amazonasi esőerdő fölötti levegőre. „Aztán egy nap hirtelen megvilágosodott előttem: »Te jó ég, ez rémes!!! Hogyan tudunk ezen változtatni?« Megpróbáltam fokozatosan új mederbe terelni a kutatásaimat: már nemcsak az adatok, az összefüggések érdekeltek, hanem megoldásokat is igyekeztem kidolgozni, hogy visszaszoríthassunk néhány olyan kedvezőtlen jelenséget, amelyet a légkörben és a földön is kezdtek kimutatni a műszereim.”¹

Pamela világosan látta, hogy bár a mezőgazdasági termelés sokat árthat a környezetnek, a Föld növekvő népességét táplálni kell. Ebből nőtt ki későbbi ambiciózus kutatási programja, a mexikói Sonora államban húzódó Yaqui-völgy vizsgálata, amely a mezőgazdasági és a gazdasági fejlődés sikertörténete lett. „A zöld forradalom szülőhelye”-ként emlegetett völgy világszerte példaképpé vált.² Részben innen indult el az egyik új kutatási terület, a fenntartható tudomány: „A fenntarthatóság célja az emberek mai és jövőbeli szükségleteinek kielégítése úgy, hogy közben megvédjük a bolygó létfenntartó rendszereit.”³ Pamela a tudományág kiemelkedő alakja lett. Született vezető. Számos környezetvédelmi program irányítása után 2002-ben megválasztották a Stanford Egyetem földtudományi dékánjává; azóta is ezt a posztot tölti be. 1994 óta az Amerikai Tudo-

mányos Akadémia tagja, sok díjat is kapott, több környezetvédelmi és éghajlat-változással foglalkozó szervezet tagja vagy elnöke.

Pamela Matson 1953-ban született Eau Claire-ben, Wisconsin államban. Hudsonban nevelkedett (Wisconsin államban, Minnesota állam határán). Édesapja mérnöki egyetemre járt, de nem szerzett diplomát; a wisconsini Bell telefontársaságnál dolgozott. Édesanyja a háztartást vezette; rajongott a könyvekért, és verseket írt. Mindketten szerették a természetet; Pamela érdeklődése részben tőlük, részben apai nagyanyjától ered. A nagymama földet művelt, megülte a lovat, és nagyon szerette a virágokat. Pamela a nagyszülei farmjához tartozó erdőben szedett virágokat.

A középiskola után a Wisconsini Egyetemet választotta, biológiát tanult. Akkor még nem gondolt a kutatói pályára, de azt tudta, hogy olyan munkát akar, aminek köze van a környezethez: például szívesen dolgozott volna a Környezetvédelmi Hivatalban (Environmental Protection Agency, EPA). Mindenesetre mesterfokozatot szerzett az Indianai Egyetemen. De „közben megszerettem a kutatást, és úgy döntöttem, hogy PhD-tanulmányokba kezdek.” Az Oregoni Állami Egyetemre iratkozott be, a kísérleteihez azonban gyakran kellett használnia a Chapel Hill-i Észak-karolinai Egyetem egyik berendezését. Itt ismerkedett meg az ökológus Peter Vitousekkel, későbbi férjével. Tanulmányai befejezése után Peter a Stanford Egyetemre került, Pamelának az Észak-karolinai Állami Egyetem ajánlott állást: ingázó házasság várt rájuk. De aztán „megkerestek a NASA Bay Area-i Ames Kutatóközpontjából [Kaliforniából], és megkérdezték, nem érdekelne-e egy új, különleges állás egy kibontakozóban levő területen, a rendszerszemléletű földtudományban (Earth System Science). Megragadtam az alkalmat: két kézzel kaptam utána! Sohasem bántam meg, hogy pályám kezdetén a NASA-nál dolgoztam.” Tíz év után átment a Kaliforniai Egyetemre, Berkeley-be.

Pamela és Peter egyik közös munkája a Hawaii-szigetek ökoszisztémáinak vizsgálata volt.

A vulkánokból kikerülő, vadonatúj geológiai anyagokból kifejlődő ökoszisztémáktól egészen az ötmillió éve fejlődő ökoszisztémáig terjedt a kutatásunk. Megnéztük, hogyan változik a tápanyagkörforgás, és hogyan alakult ezeken a helyeken a növények és a tápanyagok közötti kölcsönhatás az ötmillió éves fejlődés alatt. Ez a világ „működésének” szempontjából is nagyon érdekes, de olyan kérdések felvetéséhez is kiváló alap, hogy milyen változásokat idézett elő az ember a földi rendszerben. A Hawaii-szigeteket modellrendszerként használtuk. A férjem Hawaiiiról

származik, minden kutatása ott folyik, van egy házuk a „Nagy Szigeten”. A gyerekeink minden nyarukat ott töltik.

Pamela 1997-ben a Stanford Egyetem geológia- és környezettudományi professzora lett. „Az utóbbi tíz évben az agrárökoszisztémák vizsgálata a veszőparipám. Mit kell tennünk a mezőgazdasági ökoszisztémákkal, hogy csökkentsük a mezőgazdaság környezeti hatásait, de közben fenntartsuk a termelést, a termés hozamokat és a mezőgazdasági rendszereknek azt a képességét, hogy táplálékkal lássák el a bolygót. Ebben a kérdésben rendkívül pragmatikusnak kell lennünk; ez a 21. század nagy kihívása.” Pamela hozzálátott a Yaqui-völgyi program szervezéséhez. Induláskor a völgy nagyon szennyezett volt, mert túl sok nitrogéntartalmú műtrágyát használtak.

Az ökológia interdiszciplináris tudomány. Nemcsak a különböző természet-tudományok, hanem más területek szakembereinek a tapasztalatait is felhasználja. Pamela, többek között, közgazdászokkal, politikai szakértőkkel, agrónómusokkal dolgozott együtt.

Olyan alternatív módszereket kerestünk, amelyeket a felhasználók, tehát a gazdák is ésszerűnek tartottak. Ezeknek úgy kellett gazdasági és mezőgazdasági előnyökkel járniuk, hogy közben csökkentsék a káros környezeti hatásokat. Vagyis el kellett érniük, hogy mindenki „jól járjon”. Erre a munkára csak interdiszciplináris csapat alkalmas. Legközelebbi munkatársam itt, a Stanfordon, a férjemen kívül Rosamond Naylor, aki közgazdász. Én vezetem a tudományos kutatócsoportot, én toboroztam az embereket. De a terepen Ivan Ortiz-Monasterio agrónómus volt az igazi vezető, mert ő értette meg a kutatás összes eredményét a gazdaközösséggel. Ivan Mexikóban él, és nagyon szorosan együttműködik a gazdákkal.

Kutatásunk fontos része volt a gazdák döntéshozási mechanizmusának megismerése. Az én tanácsaimat biztosan nem fogadták volna meg, hiszen én csak egy amerikai nő vagyok – teljesen érthető. Ivan tárta a javaslatainkat a gazdák elé, de abban is biztos akart lenni, hogy mi is tisztában vagyunk a gazdák érdekeivel. Kétirányú információáramlás zajlott. Így taníthattuk meg a gazdáknak, hogy mikor és a növénytermesztés melyik szakaszában pazarolják a pénzt, mert túl sok műtrágyát vásárolnak. Ha rosszkor szórják ki a műtrágyát, nem növelik a termést, viszont a főlegesen használt műtrágya a csatornába, a folyókba, onnan pedig a tengerbe és a légkörbe kerül.

Végül kiderült, hogy nem is maguk a gazdák döntenek, hanem a hitelszövetkezetek és a gazdaszervezetek mondják meg nekik, hogy mit kell tenniük. Ha csak a gazdákkal beszéltünk volna, semmilyen változást nem értünk volna el. Tehát a hitelszövetkezeteket és a gazdaszervezeteket is meg kellett keresnünk, velük is együtt kellett működnünk. Ebből megint kitűnik, milyen fontos, hogy nagyobb perspektívából is nézzük meg a kérdést, mert világosan kell látnunk, hogyan és hol hozzák a döntéseket. Olyan új megoldásokat dolgoztunk ki, amelyek hasznosak lehettek a gazdák számára, és a hitelszövetkezeteknek is megfelelték. Végül szót értettünk velük. A javaslatunknak az volt a legfontosabb eleme, hogy ha a gazdák műtrágyát használnak, gondosabban kell igazodniuk a növények igényeihez; csak akkor szabad trágyázniuk, ha a növénynek szüksége van rá. Így óriási összegeket spórolhatnak meg, a nettó profit tizenkét-tizenhét százalékát, és nagy terméshozamaik lesznek. Ehhez az év későbbi szakaszában kell trágyázniuk, nem az év elején. Olyan kézi műszert fejlesztettünk ki, amely méri a levelek nitrogéntartalmát. A gazdák az adatokból már tudják, mennyi műtrágyát szabad használniuk. Ez a precíziós mezőgazdaság egyik formája. Az Egyesült Államokban nagyon bonyolult módszereket dolgoztak ki a precíziós mezőgazdasági munkálatokhoz. A traktorokon távérzékelők és számítógépek vannak, így a gazdák azonnal tudják, melyik darabon mennyi műtrágyát szórjanak. A fejlődő országokban az előbb említett egyszerű műszerekkel is folytathatnak precíziós gazdálkodást, így is meg tudják állapítani, mikor mennyi műtrágyát kell használniuk. Tehát kifejlesztettük a technológiát, a hitelszövetkezetek pedig megvették a gazdaszövetségeiknek. Az egész projektből nekem talán az volt a legnagyobb tanulság, hogy ha az ember olyan kutatásokat folytat, amelyekkel a döntéshozóknak is segíteni akar, akkor mindent, ami a döntéseket befolyásolja, alaposan meg kell ismernie; nem elégedhet meg azzal, hogy „á, én ezt tudom”.

Amikor megkérdeztem Pamelát, mitől tetszett meg neki a tudományirányítás, azt válaszolta, hogy semmitől. Sohasem pályáztott vezetői állásra, de elvállalta a munkát, ha felkérték rá, mert úgy érezte, lenne tennivalója. „A vezetői feladatokat szeretem, azokat igen. De nem beszélnek tudományirányításról. Nekem öröm, ha elérem, hogy mindenkinek a véleményét meghallgassuk, és kidolgozzuk a közös stratégiát, amit együtt valósítunk meg. Élvezem a csoportmunkát. Meg vagyok róla győződve, hogy a világ egyetemeinek ma döntő szerepet kell játszaniuk az ember és a környezet védelmében.”

Pályája kezdetén részben a férjével dolgozott és publikált. A nő teljesítményét ilyenkor rendszerint nehezebben ismerik el. Előfordult, hogy az ő eredményeit is a férjének tudták be? – kérdeztem.

A kezdet kezdetén Észak-Karolinában valaki egyszer ezt mondta: „Ez a nő minden eredményét a férjének köszönheti.” Ma is emlékszem arra, mennyire felháborított ez a megjegyzés. De ez volt az utolsó alkalom, mert különböző területeken is dolgozunk, és mert úgy gondolom, hogy jól ki tudom magam fejezni: beszélek az emberekkel, amiből láthatják, hogy tisztában vagyok azzal, amit csinálok. Az első években az is számított, hogy gyakran együttműködtem a bioszféra és az atmoszféra kölcsönhatását vizsgáló nemzetközi kutatói közösséggel, Peter viszont nem. A saját nemzetközi hálózatom egyedül engem látott. Viszont nagyszerű, ha az ember megbeszélheti a munkáját a férjével.

Pamelának és Peternek egy fia és egy lánya van. 2009-ben, amikor beszélgettünk, a fiuk számítástudományt tanult, a lányuk éppen akkor került be a Vermonti Egyetemre; a természeti erőforrások megőrzésének, felhasználásának tervezésével akar foglalkozni. Pamela és Peter már nagyon belemerült a kutatásba, amikor a gyerekek megszülettek. Pamela mindkettővel körülbelül hat hónapig otthon maradt, és később nagy gondot fordított arra, hogy kiváló dadákat vegyen fel. Nem sokkal a kislány születése után elnyerte a rangos MacArthur-ösztöndíjat, ami szabadon felhasználható, jelentős összeggel jár. A pénz egy részét olyasmire szánta, ami a *Scientist* újságírójának is felkeltette a figyelmét. A nyertesekről szóló írásban a következő alcím szerepelt: „Útitársak. Pamela Matson a díjjal járó összeg egy részéből a gyerekeit viszi magával a terepre.”⁴ Felvettek egy „harmadik szülőt”, egy nőt, aki külföldre is velük utazott, így Pamela és Peter kutathatott, miközben a nő a gyerekekre vigyázott: együtt volt a család. Pamela elmesélte, hogy a férje hihetetlenül sokat segített. Gyakran ő maradt otthon a kicsikkel, ha a szükség úgy diktálta, és a gyerekek megtanulták, hogy a papájuk ugyanúgy „tud mindent”, mint a mamájuk, ezért egyikük sem szorongott, ha Pamela nem volt otthon.

Pamela szerencsésnek érzi magát. Az összes munkahelyén, a NASA-nál, Berkeley-ben és a Stanfordon is mindenki támogatta, soha nem tapasztalt diszkriminációt. De a legfontosabbnak azt tartja, és az összes kezdő kutatónőnek is azt tanácsolja: „Találd meg az igazi partnert/férjet!”

KATHLEEN OLLERENSHAW

Matematikus (és politikus)



Kathleen Ollerenshaw 2003-ban manchesteri otthonában
(Hargittai Magdolna felvétele)

Nyolcéves korában szinte teljesen elvesztette a hallását. Beleszeretett a matematikába, az Oxfordi Egyetemen szerzett diplomát, és olyan problémákat oldott meg, amelyek már régóta izgatták a matematikusokat. Szenvedélyesen sportolt, gyeplabdázott, műkorcsolyázásban érmekeket is nyert. Harcolt a lányok taníttatásáért, az egész oktatási rendszer javításáért; Margaret Thatcher kormányának oktatási tanácsokat adott. A Brit Birodalom lovagparancsnoka és – politikusként – Manchester főpolgármestere volt. Ez a rövid summázata Kathleen Ollerenshaw változatos életének, amely 2014. augusztus 10-én ért véget.

Kathleen Timpson 1912-ben született Manchesterben, Angliában. Szülei nagy családban nőttek fel; édesapja tizenkét gyerek közül a hetedik, édesanyja tizenegy közül a legidősebb volt. „Mindig otthon kellett maradnia, hogy vigyázzon a többiekre. A fiúkat beírták a középiskolába, a lányokat nem, ő tehát nem járt iskolába. Nem akart nagy családot, mert már éppen elég gyereket felnevelt – ezért csak ketten voltunk testvérek, a nővéremmel.”¹ Kathleen édesapja cipőket árult, a céget még az ő édesapja alapította. „Kiskereskedőkként az alsó középosztálynak is az aljához tartoztak. De nem ez volt a Timpson család baja, hanem ez a rettenetes örökletes sükettség. Nyolcéves korom táján nagyon megfáztam, aztán hirtelen észrevettem, hogy semmit sem hallok. Emlékszem, ültem a szobában, és nem értettem, mit beszélnek körülöttem. Édesapám majdnem

minden testvére teljesen megsüketült, én sem hallok. Ez egész életemre rányomja a bélyegét.”

Kathleen ekkor már a Ladybarn House Montessori-iskolába – egy kis elemi iskolába – járt, amely megszervezte, hogy megtanítsák szájról olvasni.

A szüleim óriási díjat, tizenhat fontot fizettek félévenként; ez rengeteg pénznek számított. [...] Ekkor ismerkedtem meg jövődöbeli férjemmel, ő is odajárt; egyidősek voltunk. [...] Remek tanárt kaptunk, aki mindent megtanított nekünk. Már akkor tudtam, hogy matematikával akarok foglalkozni. A nővérem négy évvel idősebb nálam, ezért sohasem játszottunk együtt, mert ő mindig egy lépéssel előttem járt – úgy nőtem fel, mintha egyke lettem volna. Egész nap a ceruzával meg a papírral bibelődtem – mi mást csinálhattam volna. Folyton mintákat rajzoltam, és számokkal játszottam. Amikor megtanítottak számolni, rájöttem, hogy ha el tudok számolni százig, akkor már addig számolok, ameddig csak akarok. Ez nagyon tetszett. Hatéves koromra tudtam a szorzótáblát, nemcsak a 12×12 -est, hanem a 20×20 -ast is. Kilencéves korukban a fiúk átmentek az előkészítő iskolába, én pedig, nagy szerencsémre, új – matematikus – osztályfőnöknőt kaptam, aki Cambridge-ben, a Girton College-ban végzett. Diplomája, persze, nem volt, mert abban az időben a nők nem kaphattak diplomát. És ott találta az iskolában ezt a kislányt, aki nem hallott rendesen, de mindenért odavolt, amit a tanára csinált. Ő pedig tanított engem, nehéz feladatokat adott, hogy lássa, mire megyek velük. Megtanította például a végtelen fogalmát, bonyolult matematikai képleteket bogarásztunk.

A tizenhárom éves Kathleent a St. Leonards bentlakásos lányiskolába írták be, a skóciai St. Andrewsban. Matematikából jóval többet tudott a többiekénél, de más tárgyakból le volt maradva. Sokat sportolt, és részt vett azokban a játékokban, amelyekben nem zavarta a süketisége. „Ezek a játékok részben arra szolgáltak, hogy eltereljem a figyelmemet a bajaimról.” Tizenöt éves korában, amikor az összes jegyet megszerezte az érettségihez, kihagyott egy évet. Visszatérése után azt mondták neki, hogy nem tud eleget matematikából, ezért nem tanulhat tovább, különben is, „egy lány a tanításon kívül semmit sem kezdhet a matematikával, de te nem taníthatsz, mert süket vagy”. Azt javasolták, tanuljon inkább olyasmit, amiből megélhet. Ő azonban ragaszkodott az egyetemhez és a matematikához. Az iskola végül ráhagyta.

„Nem akartam én matematikus lenni – emlékezett vissza Kathleen –, mindig azt terveztem, hogy férjhez megyek, és azt csinálom, amit az édesanyám-

tól láttam; rendesen dolgozom, tisztán tartom a házat, aztán elszórakoztatom magam a matematikával, ahogy szoktam. Nem az ambíció hajtott, de semmi más nem érdekelt, egész álló nap matematikával akartam foglalkozni.” Egy évig otthon készült az egyetemi felvételi vizsgára. A Manchesteri Egyetem egyik matematikaprofesszorától, J. M. Childtól is vett órákat. Cambridgeben jól sikerült a vizsgája, de amikor elárulta, hogy süket, bezárultak előtte a kapuk. Az oxfordi felvételi beszélgetésen megpróbálta leplezni a süketességét. Megkérdezték, mit csinált a nyári vakációban. „Örült szerencsém volt, mert az előző nyáron a Népszövetség konferenciát tartott Genfben [a leszerelésről], és egy iskolai csoporttal mi is elmentünk. Megint csak véletlenül engem kértek meg, hogy írjak róla az iskolaújságnak. [...] Ennél jobbat nem kérdezhetek volna. Mindenkinek pontosan tudtam a nevét és a tisztségét. [...] El voltak ragadtatva, hogy matematikus létemre olyan témáról is szabatosan beszélek, amelynek semmi köze a matematikához. Ezért megkaptam az ösztöndíjat, pedig csak egy volt.”

Kathleen tizenkilenc éves korában került az oxfordi Somerville College-ba. Három év múlva matematikából megszerezte a BA fokozatot. Közben eljegyezték egymást Roberttel, aki orvostudományt tanult ugyanott. Sajnos a Somerville College-ban nem voltak matematikusok, ezért Kathleennek máshová kellett járnia előadásokra. Sokat gyepblabdázott, más sportokat is űzött, társasági életet élt: „Elvesztegettem az oxfordi egyetemi éveket.”

1936-ban a textilipari kutatásokra szakosodott Shirley Intézetben kapott állást. Különböző szövőipari eljárások és komponensek hatékonyságát kellett vizsgálnia.^{2,3} Jártas volt a statisztikai módszerekben, a felsőbb algebrában: ügyesen megoldotta a feladatokat. Halláskárosodása egyáltalán nem zavarta, mert a gépek akkora zajt csaptak, hogy senki sem hallott semmit.

Kathleen és Robert 1939-ben házasodott össze. Nem élvezhették sokáig az együttléteket: a hadsereg három és fél évig igényt tartott Robert szolgálataira. 1941-ben született meg a fiuk. Kathleen otthagya a munkáját, de a matematika nagyon hiányzott neki. Az egyetemen megismerkedett egy menekült német matematikussal, Kurt Mahlerrel, aki egy megoldatlan problémát javasolt neki a „kritikus rácsok” köréből. „A kritikus rácsok az egész számokkal állnak kapcsolatban, két vagy több dimenziósak, és geometriai módszerek alkalmazásával olyan megoldásokhoz vezetnek, amelyek összefüggnek a »szoros illeszkedés«-sel – például hogyan lehet a legjobban elrendezni a konzervdobozokat a konyhaszekrényben vagy a narancsokat aládában.”⁴ Kathleen néhány nap alatt megoldotta a problémát. Mahlernek leesett az álla, és rávette Kathleenre, hogy menjen vissza Oxfordba: tanuljon tovább, szerezzé meg a PhD fokozatot. Így is lett. Kathleen öt dolgozatot publikált két év alatt, amivel teljesítette a követelménye-

ket: 1945-ben doktorált. Félállásban előadott a Manchesteri Egyetemen, otthon pedig feleség és anya volt; 1946-ban született meg a lánya.

Az 1950-es években több fontos dolog történt. Megjelentek az első hallókészülékek, ami óriási változást hozott Kathleen életébe. Évtizedekig tartó sükettség után újra hallott! Ekkortájt kezdődött politikai szerepvállalása is. Elsősorban oktatási kérdésekkel foglalkozott, legfőképpen a lányok tanításával. Ez a munka abból az előadásból bontakozott ki, amelyre a Brit Nőszövetség kérte fel. Kathleen a manchesteri iskolák rossz állapotáról beszélt. Az előadás felkeltette az országos lapok figyelmét, ő pedig elhatározta, hogy komoly elemzést készít Anglia és Wales iskoláinak helyzetéről. Matematikusként pontosan tudta, hogy a meggyőzéshez tényeken alapuló számokat kell felmutatnia. Statisztikai elemzést tárt a nyilvánosság elé. Tudásával,

sőt, az oxfordi fokozattal, amely a nők körében nagyon ritka, szinte elképzelhetetlen volt, tökéletes jelöltként léphettem fel, és szerencsére beválasztottak a városi tanácsba. [...] Engem nem politikai szempontok vezéreltek, nem voltam politikus, de az oktatási bizottság tagja lettem. [...] A kisebbségi pártot képviseltem. Tökéletes női jelölt voltam az országos bizottságokban; szinte az összes, oktatással kapcsolatos magas szintű bizottságban én voltam az egyetlen nő, mert Oxfordban szereztem fokozatot matematikából: ennél jobb ajánlólevél nem kellett.

Cikkeket, füzeteket írt az oktatásról, és ezeket mindenfelé olvasták. Az első füzet, az *Education for Girls* (Lányoktatás)⁵ 1958-ban jelent meg; az aktuális helyzetet tárgyalta, és tanácsokat adott a javítására. Kathleen nyomtatékosan kijelentette: azért kell a lányoknak megfelelő oktatást kapniuk, mert a nem kielégítő képzés csak a legegyszerűbb irodai és asszisztensi munkákra predesztinálja őket. Az 1960-as években az Egyesült Államokban járt, ahol iskolákat látogatott. Tapasztalatairól cikksorozatot írt a *Manchester Guardian*be. Az oktatás terén folytatott munkája híressé tette.

1971-ben a kitüntetés is megérkezett. „Dame [lovagparancsnok] lettem, és azonnal, szinte egy napon belül levelet kaptam, hogy a lányom, Florence gyógyíthatatlan rákban szenved. Azért eljött velem a Buckingham-palotába. Az a fiatal, aki élni akar, és felveszi a harcot a betegséggel, sokára hal meg.”

A következő években Kathleen a Lancasteri Egyetem félállású kutatója volt. Megpróbálta kidolgozni, hogyan csábíthatnák vissza a tanításhoz azokat a tanárnőket, akik már felnevelték a gyerekeiket.

Ezekben a dolgozók években sem mondott le a matematikáról, amelyet gondolkodásmódnak tekintett. Amint lélegzethez jutott, matematikai problémákat

vett elő. Hermann Bondi, a Cambridge-i Egyetem híres matematikusa hívta fel a figyelmét a „bűvös négyzetek”-re. A legegyszerűbb bűvös négyzet olyan számok $n \times n$ -es négyzete (ahol n legalább 3), amelyben az összes sor, oszlop és átló összege ugyanaz. Kathleen a 4×4 -es vagy ennél nagyobb bűvös négyzetekkel foglalkozott. Hermann Bondival nagyon régi tételeket bizonyítottak; a közös munka eredményeit két kötetben publikálták.⁶⁷ Kathleen később másik gyerekkori hobbiához, a csillagok kémleléséhez is visszatért. Amatőr csillagász lett – ezt a mesterséget ugyanolyan teljes erőbedobással űzte, mint minden más. Hetvenkilenc évesen felmászott Hawaiiiban a Mauna Keára, hogy lássa a teljes napfogyatkozást.



Kathleen és Robert Ollerenshaw,
Kathleen Manchester város polgármesterévé választásakor, 1975-ben
(néhai Kathleen Ollerenshaw szívességéből)

Kathleen Ollerenshaw számos tisztséget töltött be: sok társaság igazgatója, elnöke volt. Politikai karrierje is felívelt: 1975-ben egy évre Manchester főpolgármesterévé választották. 1978-ban ő lett a Matematikai és Alkalmazott Matematikai Intézet (Institute of Mathematics and its Applications, IMA) első női elnöke; elődje Károly herceg volt. Előadásokat tartott az oktatásról és a nők foglalkoztatásáról. Sohasem hagyta abba egyetemi matematikaóráit. 1979-ben ő tartotta a londoni Royal Institution (Királyi Intézet) nagyon rangos „Péntek esti előadása”-t a szappanbuborékokról, a méhsejtről és más gyönyörű szimmetrikus formákról. Kathleen volt a Péntek esti előadások második női főszereplője.

„Gyönyörű kettős életem volt – mondta –, a matematika és a közösség szolgálata, de Robertről és a gyerekeinkről is gondoskodtam.” Bár a matematika mellett egész életében kitartott, olyan népszerű közszereplő volt, hogy sokkal jobban ismerték oktatóként, mint matematikusként. „Szerintem nincs olyan iskola Manchesterben, ahol ne tartottam volna beszédet. Végül már azt hitték, hogy ez a foglalkozásom.” Ő azonban a legnagyobb munkák idején sem hagyta abba a matematika művelését. „A matematika gondolkodásmód. Nem igényel eszközöket, műszereket vagy laboratóriumokat. [...] Arkhimédész pazar geometriai felfedezéseihez elég volt néhány lépésnyi sima homok és egy bot. [...] A matematika az egyetlen tantárgy, ami hallás nélkül is jól megy. [...] Sohasem akartam hivatásos matematikus lenni; ami azt illeti, semmiféle hivatásos nem akartam lenni. Ha az ember süket, örül, ha »elvan«.”⁸ Kathleen sokkal többet tett annál, mint aki csak „elvan”...

MARIANNE POPP

Botanikus



Marianne Popp 2001-ben Bécsben
(Hargittai Magdolna felvétele)

A Bécsi Egyetem Földi Ökoszisztéma-kutatási Tanszékének az a célja – a tanszék honlapja szerint –, hogy elősegítse a növények és a mikroorganizmusok környezetre adott metabolikus és fiziológiai reakcióinak alapos megismerését, és feltárja, milyen szerepet játszanak a növények és a mikrobák, valamint ezek kölcsönhatásai a működő ökoszisztémákban.¹ A tanszék korábbi vezetője, Marianne Popp az Osztrák Tudományos Akadémia tagja, a Természettudományi és Matematikai Kar korábbi dékánja (2000–2002). Most professor emerita. 2001-ben kerestem fel.

Marianne Popp 1949-ben született Bécsben. Édesapja ortopéd orvos volt. Édesanyja kémiát tanult, de nem fejezte be az egyetemet, mert férjhez ment, és megszületett az első gyermeke; később a férje rendelőjében dolgozott. Marianne nővére orvosnak készült; mindenki azt várta, hogy ő is az lesz. De amikor látta, hogy mennyit tanul a testvére a vizsgákra, megállapította, hogy az orvosi pálya nem neki való. Az iskolában szerette a matematikát és a biológiát, ezért végül a botanikai és a zoológiai tanulmányok mellett döntött. Akkoriban a biológia szakosok általában középiskolai tanárok lettek, de Marianne ehhez sem érzett kedvet. Hamarosan rájött, hogy nem akar állatok tetemeivel foglalkozni, és az első év után biokémiára cserélte a zoológiát, így botanikából és biokémiából szerzett

diplomát. Doktori disszertációját a Bécsi Egyetem Növényfiziológiai Intézetében írta, a fokozatot 1975-ben szerezte meg. Tudományos segéd munkatársként továbbra is az intézetben maradt. Hosszú évekig kutatott külföldön, elsősorban Ausztráliában és nagyjából hét évig a Münsteri Egyetemen, Németországban.

Marianne sokféle kutatásban vett részt, de majdnem mindegyikben szerepelt egy közös molekulacsalád, a ciklitolok; a tanulmányozott növények többsége tartalmazta ezeket a vegyületeket. A ciklitolok viszonylag kicsi gyűrűs molekulák, amelyekben sok hidroxilcsoport található. Szélsőséges éghajlati körülmények között, például sok víz hatására vagy a sivatagban képződnek a növényekben. Marianne már pályája elején tanulmányozott néhány halofita fűfélélt – olyan növényeket, amelyek a nagy sókoncentrációjú talajban is megélnek. Marianne és kollégája, Roland Albert az osztrák–magyar határnál fekvő Fertő tónál talált ilyen növényeket. Annyira megtetszett nekik a sótűrő növények kutatása, hogy úgy döntöttek, távoli országokban is megvizsgálják a halofitákat. Albert az Egyesült Államokba utazott, a Nagy Sóstóhoz, és ott tanulmányozta, hogyan alkalmazkodnak a növények a sós vízhez. Marianne Ausztráliába ment, ahol különböző mangrove-fajokat, sós vizes környezetben élő fákat vizsgált. Megállapította, hogy a mangrove sok ciklitolt vagy ahhoz hasonló vegyületet tartalmaz.

A mangrovék kíméletlen környezeti hatásokat is elviselnek. Nemcsak a nagy sókoncentrációt tűrik, hanem azt az állandó mechanikai feszültséget is, amely a víz szélén éri őket. A víz minden hat órában elárasztja a fákat, emiatt a légzőgyökerek nem jutnak oxigénhez. Egy botanikus számára izgalmas kérdés, hogy minek köszönhetik a fák ezt a nagy szívósságot.

Egy idő múlva Marianne továbblépett, és a sivatagi növényekben előforduló ciklitolok szerepét kezdte vizsgálni. Roland Alberttel megállapították, hogy a növények a legkülönbözőbb esetekben is jórészt azonos mechanizmussal alkalmazkodnak a drasztikus körülményekhez. Ez a mechanizmus azon alapszik, hogy feldúsulnak bennük a ciklitolok és a hasonló molekulák, ami segít az ozmózis – a sejtmembránon áthaladó oldatkomponensek mozgásának – szabályozásában. Ha például a sejt megduzzad, mert túl sok benne a víz, a ciklitolok, más molekulákkal együtt, kinyitják a membráncsatornákat. Így kijutnak a sejtből, és vizet is visznek magukkal: emiatt a nyomás csökken a sejtben. Szárazság idején viszont ezek a molekulák óvják meg a sejtmembránt és a fehérjéket a kiszáradástól.

Marianne az egész világon tanulmányozta a növényeket. „A fagyöngy is nagyon érdekes; a vizsgált növények közül ebben találtuk az egyik legnagyobb ciklitolkoncentrációt. A levelek szárazanyagának körülbelül a negyedét ciklitolok alkotják. A fagyöngyöt azért is érdemes közelebbről megnézni, mert parazita. Dél-Afrikában megmértük, mennyi szénét von ki a gazdanövényből.”²

Marianne egyedül él. Nem így tervezte, de kutató akart lenni, mégpedig jó kutató. Úgy gondolja, családi kötelezettségek nélkül könnyebben tölthetett hosszú időszakokat külföldön. Nagyon sokat sportol.

Emlékei szerint sohasem tapasztalt nyílt diszkriminációt. 1997-ben választották meg az Osztrák Tudományos Akadémia „társult tagjá”-nak – a nők közül másodikként őt érte ez a megtiszteltetés. 2001-ben itt tartott: „Még nem léptetek elő rendes taggá. Valaki azt mondta: »Váltson nemet, ha rendes tag akar lenni.« Most örülnek nekem az Akadémián, mert el lehet mondani, hogy »nézzék, van egy nő a testületünkben.«” 2006-ban végre elnyerte az Akadémia rendes tagságát.

Dékán pedig így lett:

Még ma is alig térek magamhoz a meglepetéstől. Amikor eljött az új dékán megválasztásának az ideje, az egyik kolléga mindenkinek megmondta, hogy ő akar lenni a dékán. Én meg viccből rávágtam: jó, akkor én is akarok lenni. Valahogy felkerült a nevem a listára, és már az első körben én kaptam a legtöbb szavazatot. Egészen biztos vagyok benne, hogy az összes diák és laboratóriumi asszisztens, akiket képviselnek a bizottságban, rám szavazott. Végül engem választottak meg. Nehéz munka, de úgy érzem, már eredményeket is felmutathatok. Igaz, néhány régi vágású professzor nem fogad el; sok apró jel utal erre. Például mindig rendeznek búcsúünnepséget a nyugdíjba vonuló professzoroknak – néha meghívnak, máskor nem, amit nem bánok.

A dékánság megpályázása talán mégsem egy pillanat alatt pattant ki Marianne fejéből. Bele akart szólni a kar irányításába. Arra gyanakodott például, hogy a molekuláris biológia előretörése miatt elhanyagolják a klasszikus biológia tanítását.

Mindent megteszek a molekuláris biológia fejlesztéséért, de nem akarom, hogy a hagyományos tárgyak, a növénybiológia, a zoológia teljesen kiszoruljanak. Ez bizony a levegőben volt. Szilárd alapokat kell adnunk a kezdő biológushallgatóknak. Néha úgy érzem, egy idő múlva olyan biológusaink lesznek, akik csak a sejt kultúrákat ismerik, és nem tudják megkülönböztetni a kukoricát a vízi harmatkásától. Csak egyetlen példát említek: jó talajbiológusokra van szükségünk. Ez nagyon fontos az emberiség jövője érdekében; több ökológiai támpontot kell adnunk a mezőgazdaságnak.

Próbálom meggyőzni az embereket. Ez, persze, sok időt vesz igénybe, de megéri. A dékánság egyik nagy előnye, hogy több lehetőségem van az ipari kapcsolatok kiépítésére, és olyanokkal is megbeszélhetem az elképzeléseimet, akikkel egyetemi tanárként nem ismerkedhettem volna meg. A minisztériumokkal már sokkal nehezebb és lélekölőbb az egyeztetés. Csak egy ciklusig leszek dékán, és bár vállalhatnék még egyet, nem fogok. Azután kapok egy kutatói évet, amit arra használok majd, hogy újra felpörgessem a kutatásaimat.

MAXINE F. SINGER
Molekuláris biológus



Maxine F. Singer 2000-ben washingtoni dolgozószobájában
(Hargittai Magdolna felvétele)

„Kiemelkedő tudományos teljesítményéért és a tudósok társadalmi felelősségvállalásának elkötelezett szorgalmazásáért” – állt a George Bush elnöktől 1992-ben átvett Nemzeti Tudományos Érem indoklásában.¹ Az idézet tömören összefoglalja Maxine Singer munkásságát; kutatóként és döntés-előkészítőként, tudományirányítóként elért sokrétű eredményei egyaránt kivételesek.

Maxine 1931-ben született New Yorkban, Maxine Frank néven. Édesapja ügyvéd volt, édesanyja a háborúig a háztartást vezette, akkor elment dolgozni, ami annyira megtetszett neki, hogy később sem hagyta abba. Maxine tudományos érdeklődését középiskolai tanárai keltették fel. Amikor beiratkozott az egyetemre, már tudta, mi akar lenni.

1952-ben végzett egy kis koedukált egyetemen, a Swarthmore College-ban. Kutatói pályája elindulásában döntő szerepet játszottak az ott töltött évek:²

Az én évfolyamom krémje véletlenül csak lányokból állt. Hatan voltunk. Nagy barátságban éltünk, ugyanabban a szobában laktunk, és jórészt egymástól tanultunk. Erősen hajlok arra, hogy ha egyetemistaként nem tartozom ebbe a csoportba, nem lett volna bennem elég akarat és ambíció a kutatói pályához. Könnyen mehettem volna orvosnak is. De a csoport-

tunk, a négy éven át fennálló szoros barátságunk meghatározta az életemet. Azt gondolom, hogy tudományos beállítottságom elsősorban itt alakult ki, nem a későbbi tanulmányok alatt.

Maxine a Yale Egyetemen szerezte meg a PhD fokozatot biokémiából. Doktori munkájának témavezetője, Joseph Fruton tanácsára a DNS-kutatást választotta, és a Nemzeti Egészségügyi Intézetek (National Institutes of Health, NIH) munkatársa lett. Molekuláris biológiai és biokémiai kutatásokat folytatott; vizsgálatai középpontjában az RNS és a DNS állt. Egy darabig az 1968-ban Nobel-díjjal kitüntetett Marshall Nirenbergnél dolgozott a genetikai kód megfejtésén. Amikor megkérdeztem, mit tart legfontosabb tudományos eredményének, nem kellett sokat gondolkoznia: „A genetikai kód megfejtéséhez biztosan fontos munkával járultam hozzá, bár egyetlen publikáción sem szerepel a nevem. Én tudtam előállítani azt a polinukleotidot, amely segített Marshall Nirenbergnek [hogy meghatározza, miből áll a genetikai információ]. Körülbelül másfél évembe telt. Akkoriban kevesen lettek volna erre képesek. Ez nekem nagy dolog volt.”
Már akkor is felmérte ennek a munkának a fontosságát?

Hát persze, mindannyian tudtuk. Az az érdekes, hogy Marshall megkért, hivatalosan is legyen a munkatársa, én pedig nemet mondtam. Amikor az a kolléga, akinél néhány évvel korábban a posztdoktori munkámat csináltam, tudomást szerzett erről, eljött hozzám, rám nézett, és azt mondta: te egyszerűen kidobtad a Nobel-díjadat. Azt válaszoltam, egyáltalán nem hiszem. Ha Marshall megkapná a Nobel-díjat, és a hivatalos munkatársa lennék, úgy tartanának számon, mint aki nála dolgozik. Nekem sokkal fontosabb a függetlenségem.

Maxine két másik alapvető munkájára tért még ki:

Néhány enzim egyszer hosszú polinukleotidokat készít, máskor meg lebontja őket. Úgy működnek, mint amikor gyöngyöt fűzünk: leállhatunk valamelyik gyöngy után, de folytathatjuk is a sort. Ezek az enzimek is elkezdik „fűzni” a láncot, és nem engedik el közben, úgy illesztik hozzá a következő egységet. Ez szintén lényeges felismerésnek bizonyult. Az utóbbi évek fontos eredménye annak a transzpozonnak a felfedezése, amely az emberi genom körülbelül tizenöt százalékát alkotja.

Az NIH-ben eltöltött tizenhét év után Maxine átment a Nemzeti Rákintézetbe (National Cancer Institute), ahol vezetői posztokat töltött be. Közben egy-

re jobban foglalkoztatták a genetikai kutatásokhoz kapcsolódó etikai kérdések. 1980-tól, nyolc éven át, ő vezette a Nemzeti Rákintézet Biokémiai Laboratóriumát. 1988-ban a washingtoni Carnegie Intézet elnöke lett. Ez a nagy magánszervezet három területen folytat kutatásokat: a csillagászatban, a biológiában és a földtudományokban. Elnökként ő hozta létre az „Első fény”-t, a gyerekek szombati tudományos iskoláját. Ezzel a programmal indult a Természettudományok Tanításának Carnegie Akadémiája (Carnegie Academy for Science Education). Így akarták felkelteni a washingtoni övezetbe tartozó iskolák diákjainak és tanárainak érdeklődését a természettudományok iránt. 2002-ben Maxine Singer új kutatási osztályt hívott életre a globális ökológia kérdéseinek vizsgálatára. Ugyanebben az évben nyugdíjba vonult. Teljesítménye méltó elismerést kapott. Tagja az Amerikai Tudományos Akadémiának (1979), a Pápai Tudományos Akadémiának (1986); elnyerte a Nemzeti Tudományos Érmét (1992) és az Amerikai Tudományos Akadémia „közjóléti érmé”-t (Public Welfare Medal, 2007).

Ugorjunk most vissza néhány évtizedet. Érdemes felidézni, milyen szerepet játszott Maxine a géntechnológia lehetséges következményeiről folyó viták elindításában. Egy 1973-as aminosav-konferencián merült fel az akkoriban kifejlesztett rekombináns DNS-technikák lehetséges káros hatása. Ezekkel a módszerekkel szétvághatják és összeilleszthetik a különböző fajokból származó DNS-molekulákat. Az újdonság nagy aggodalmat keltett: attól féltek, hogy új, veszélyes szervezeteket állíthatnak elő. Maxine Singer és Paul Berg, a tudományterület másik kiváló képviselője, 1975-ben megszervezte a híres asilomari konferenciát, ahol az eljárás lehetséges veszélyeiről tárgyaltak. „A rekombináns DNS asilomari konferenciája a molekuláris biológia Woodstockja volt: egy generáció meghatározó pillanata, feledhetetlen élmény, a tudomány és a társadalom történetének mérföldköve.”³ A konferencián a szakterület legjobb kutatói mellett orvosok és ügyvédek is részt vettek, hogy megvitassák, valós veszély fenyeget-e, és ha igen, hogyan kell elejét venni minden ártó következménynek. Bár a tudósok többsége nem tartott veszélyektől, mindenki belátta: ahhoz már túl nagy a tét, hogy az összes lehetőséget kizárják. Irányelveket fogalmaztak meg a további kutatások számára – önkorlátozásokat vezettek be a rekombináns DNS-kutatásban –, és megállapodtak, hogy a korlátozásokat fokozatosan kell feloldani, ahogy az új eredmények igazolják a kutatás biztonságos voltát. Az asilomari konferencia példaértékű volt, mert a tudósok – a veszélyt és a felelősségüket felmérve – cselekedtek, és nem vártak a törvényhozók intézkedéseire.

A következő években Maxine Singer a közvéleményt is tájékoztatta a géntechnológiáról, a humán genom projektről és más tudományos fejleményekről. Tanúskodott a Kongresszus előtt, és az említett kérdésekkel foglalkozó bizottságok munkáját szakértőként támogatta.

Elképzelhető, hogy eltúlozták a rekombináns DNS-kutatásokra előírt óvatosságot? Maxine szerint nem: „Azt hiszem, világos, hogy az aggodalmaink fölöslegesnek bizonyultak. De akkor még nem tudtuk, senki sem tudta, még Jim [Watson] sem tudta. Ha jogosak lettek volna az aggodalmak, vagy akár csak egy részük jogos lett volna, rendkívül nehezen fejlődött volna a biológia. Az óvatosságunk miatt valamivel hitelesebbé és tiszteletet keltőbbé vált az álláspontunk, ezért egyáltalán nem gondolom, hogy túlreagáltuk a dolgot.”

Beszélgetésünk közben felvetődött, hogy megfelelően tájékoztatják-e a kutatók a közvéleményt a géntechnológiáról.

Nagyon sokat fáradoznak rajta; talán még egyetlen tudományos kérdés megvilágításán sem dolgoztak ennyit. Kétségtelen, az asilomari konferencia idején, 1973-tól egy évtizedig hihetetlen nagy energiát fordítottak a közvélemény, a Kongresszus, a törvényhozó testületek felvilágosítására. Az utóbbi időben a kutatók nehezebben találkoznak szemtől szembe a hallgatósággal. Mondandójuk java része a média közvetítésével jut el az emberekhez – a média szűrő hatása természetesen korábban is működött, de nem annyira, mint most. Ma sokkal nehezebben jelenhetnek meg a gondolataink a média beavatkozása nélkül, mert az újságírók szeretnek mindenből vitát szítani ahelyett, hogy csak tájékoztatnának. Ezt nem tartom most jónak.

Maxine Singer sokat publikát. Körülbelül száz tudományos cikket jelentetett meg, és több könyvet írt a Nobel-díjas Paul Berggel.⁴

Diákkorában és később, kutatóként sem tapasztalt nemi diszkriminációt. Egyetlen esetet tartott csak említésre méltónak: „Először akkor gondoltam, hogy nőként hátrányba kerülök, amikor nehezen tudtam posztdoktorokat szerezni a laboromba, az NIH-ben. Elmentem az osztályvezetőnkhez, aki azt mondta: »Rendszeresen ajánlom a fiataloknak a kutatásaidat, de nem akarnak nőnél dolgozni.« Szóval ez volt a baj – aztán gyorsan megoldódott.”

Maxine Singer mind kutatóként, mind tudományirányítóként és döntés-előkészítőként látványos karriert mondhat magáénak. Négy gyerek mellett a családi boldogság sem maradt el. Mi volt élete legnagyobb kihívása? „Azt hiszem, a négy gyerek felnevelése – ilyen pompás eredménnyel.”

NATALJA TARASZOVA

Kémikus



Natalja Taraszova 2013-ban moszkvai laboratóriumában
(Natalja Taraszova szívességéből)

Natalja Taraszova szerencsés csillagzat alatt született – remek családi hátteret tudhat maga mögött, és a legkiválóbb mentorok, támogatók egyengették az útját, ő pedig kellően eltökélt ahhoz, hogy mind a tudományban, mind a vezetői állásokban kamatoztassa szerencséjét és tehetségét. A fenntartható fejlődés kutatásában részt vevő orosz kémikusok kiemelkedő alakja, az Orosz Tudományos Akadémia levelező tagja.

Az ENSZ meghatározása szerint a fenntartható fejlődés úgy elégti ki a jelen szükségleteit, hogy közben nem veszélyezteti a jövőbeli szükségletek kielégítésének képességét.¹ Natalja a moszkvai D. Mengyelejev Vegyipari Egyetem Kémia és Fenntartható Fejlődés Intézetének vezetője. Ez a világ egyik első ilyen egyeteme és Oroszország egyik legrangosabb intézménye. Natalja hazai és nemzetközi szervezetek munkájában is részt vesz, jelenleg az IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, a Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége) alelnöke és 2016-ra megválasztott elnöke.

Natalja Pavlovna Taraszova 1948-ban született Moszkvában. Szülei, Raisza Taraszova (szül. Krivorucsko) és Pavel Taraszov a második világháború alatt házasodtak össze; édesanyja egy frontkórházban dolgozott sebészként, édesapja tűzérként szolgált.

Mindkettőjük háborús hős volt. „A háború után édesapám a Szovjetunió Kommunista Pártjának Központi Bizottságában, később a Művelődésügyi Minisztériumban dolgozott. 1969-ben halt meg, ötvenhét évesen. Édesanyám nagyon híres fül-orr-gégész volt. Sok énekes és zenész járt hozzá. A betegek imádták. Halláskárosultakat gyógyított. Egyik utolsó betege még ma is segít nekem a háztartásban. Mama 2007-ben halt meg, nyolcvanhét éves korában.”²

A fiatal Natalja nem unatkozott. Tinédzserkorában került meg Gagarin a Földet, nagy vitákat folytattak az atomenergia békés felhasználásáról, ő pedig lelkesen figyelte a körülötte zajló eseményeket. Az iskola mellett zenét és angolt is tanult. Kedvencei közé tartozott a matematika; kiváló matematikatanára volt. Élt-halt a színházért, de édesapja óvta a „bohém” világtól, ezért más pályát keresett. „Édesanyám egyik betege hívta fel a figyelmemet a Mengyelejev Vegyipari Intézet (akkor így hívták) Sugárkémiai Tanszékére. Ez a fizika, a matematika és a kémia remek kombinációját ígérte. Mivel aranyéremmel érettségiztem, csak egyetlen felvételi vizsgát kellett letennem, és Mengyelejev-diák lettem.”

Natalja 1972-ben befejezte a tanulmányait, de fiatal kutatóként az egyetemen maradt. A kémiai vegyületek sugárzással kiváltott szintézise foglalkoztatta. PhD-vel ekvivalens kandidátusi disszertációját 1976-ban védte meg. Ezután is folytatta kutatásait – csak 1979-ben vált meg kilenc hónapra az egyetemről, mert Claude Filliatre professzor laboratóriumában dolgozott posztdoktorként a Bordeaux-i Egyetemen. Abban az időben ez rendkívüli lehetőség volt egy szovjet fiatal számára, mert a külföldi utazásokat erősen korlátozták. Még az ország első számú tudósai is alig kaptak útlevelet. Amikor Natalja visszatért Moszkvába, újra beiratkozott az egyetemre: esti tagozaton végezte el az alkalmazott matematika szakot. Natalja pályája távolról sem szokványos.

Mindig szerettem a matematikát, és rendszeren meg akartam tanulni. Ekkoriban jelentek meg az első számítógépek az egyetemen. Négy éven át heti hat este ültem az iskolapadban, hogy megszerezsem a második diplomámat. Megérte. Közben az újonnan szervezett Ipari Ökológiai Tanszék docense lettem. A tanszéket a Mengyelejev Egyetem (közben már átnevezték) rektora, Gyennadij Jagogyin professzor alapította. Az egyetem különböző tanszékeiről kért fel oktatókat, mert felismerte az akkoriban kibontakozó terület interdiszciplináris megközelítésének fontosságát. Így kerültem oda.

1988-ban Dennis L. Meadows professzort, a Római Klub* számára készült tanulmány, *A növekedés határai*³ egyik szerzőjét tiszteletbeli doktorrá avatta a Mengyelejev Egyetem. Ebből az alkalomból előadást tartott nálunk a globális modellekről és az emberi civilizáció előtt álló jövőről. Egy évvel később felkerestem őt az Egyesült Államokban, a Dartmouth College-ban. Érdekeltek a globális kérdések. Az akkori rektorunk, Pavel D. Szarkiszov azt javasolta, szervezzek új tanszéket, és a Mengyelejev Egyetem összes hallgatójának indítsunk kurzusokat a fenntarthatóságról. Ez már 1992-ben történt, éppen akkor volt a „Föld csúcs” [az ENSZ Rio de Janeiróban rendezett Környezet és Fejlődés Konferenciája]. Elvállaltam a feladatot: így jött létre a Fenntartható Fejlődés Problémáinak Tanszéke.

Néhány év múlva megalapítottam a Kémia és Fenntartható Fejlődés Intézetet, amely az enyémen kívül hat másik tanszéket is magában foglal; ezek, többek között, szociológiai, életvédelmi, környezettudományi kutatásokat folytatnak. Tavaly a tanszékem „a fenntartható fejlődés szolgálatába állított zöld kémia” UNESCO-tanszéke lett. A zöld kémia alapelveit az Orosz Kémiai Társasággal együttműködve próbáljuk bevezetni az ipari gyakorlatba. Ennek egyik példája a kimerült elemek újrahasznosítása.

A kémiát gyakran vádolják a környezet szennyezésével; a közvélemény szemében rossz az imázsa. Könnyű megfélemezni a miriádnyi, kémiai laboratóriumban kifejlesztett vegyületről, amelyeket például gyógyszerként vagy más hasznos anyagként alkalmazunk. A szennyezés azonban fontos kérdés, és komolyan kell venni. Annak a kémiai intézetnek a megszervezése, amely arra tanítja a jövő vegyészeit, hogy a környezet védelmét mindig szem előtt tartsák, meghatározó lépés volt a bolygónk fenntartható működéséhez szükséges munkaerő képzésében.

Natalja a sugárzással kiváltott kémiai szintézisek szakértője. A radioaktív sugárzás hatására egyéb folyamatok mellett kémiai reakciók is végbemehetnek (kémiai kötések bomolhatnak fel és képződhetnek). Az izotópok, például a kobalt-60 használata vagy a reakciópartnerekre irányított, gyorsítóból származó elektronnalábok különleges reakciókat válthatnak ki.

* A Római Klub globális politikai kérdéseket tárgyaló szervezet. Jelentésük, *A növekedés határai* világszerte izgalmat keltett azzal a jóslattal, hogy véges bolygónkon nem folytatódhat a végtelenségig a gazdasági növekedés. A modell alkotói olyan változókkal dolgoztak, mint a világ népessége, az iparosítás, a szennyezés, az élelmiszer-termelés, az energia- és a nyersanyagforrások kiürülése.

Az alapkutatásom foszfor- és kénpolimerek képződésének vizsgálata különféle közegekben, különböző sugárzások hatására. Elő tudunk állítani olyan módosított vörös- (polimer) foszfor- és kénmintákat, amelyeknek a tulajdonságai a megrendelő igényei szerint „hangolhatók”. Ezenkívül a kockázatbecslés és -kezelés, a környezetvédelmi minőség-ellenőrzés tudományos kérdéseivel foglalkozom. Olyan jelzőszámokat és mutatókat dolgozunk ki, amelyekkel szeretnénk megállapítani az ember környezetre gyakorolt hatását.

Natalja férje futball-elemző, az Orosz Labdarúgó Szövetségben dolgozik. Elektrotechnikából és alkalmazott matematikából is diplomázott, alkalmazott modellezésből PhD fokozatot szerzett. Egy fiuk van, aki szintén kétdiplomás: alkalmazott matematikusként és jogászként végzett a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetemen, most ott tanít.

Natalja kiváltságos életének megteremtéséhez egész családja hozzájárult, sőt ennél is többet kapott: „Édesanyám életének legutolsó napjáig segített nekem. Korábbi betegei még évekkal a halála után is segítenek.”

SHIRLEY M. TILGHMAN

Molekuláris biológus



Shirley M. Tilghman 2001-ben Princetomban
(Hargittai Magdolna felvétele)

2012 őszén Shirley Tilghman bejelentette, hogy leköszön a tekintélyes Princetoni Egyetem elnöki posztjáról. Ő volt az egyetem első női elnöke; tizenegy évig töltötte be ezt a tisztséget. Ezalatt sok eredményt ért el – megalapították az új Idegtudományi Intézetet és az új Művészeti Központot, új kollégiumot építettek, változás következett be a férfi és női oktatók egyenlőtlen kezelésében, megnőtt az anyagi támogatást élvező diákok száma, és még folytathatnánk a sort. Elnöksége előtt Shirley Tilghman évtizedeken át kutatási területe, a molekuláris biológia egyik meghatározó személyisége volt. 2001-ben kerestem fel princetoni irodájában, mindössze néhány hónappal elnöki ciklusának megkezdése után. Meg akartam tudni, mi készítette ennek a munkának az elvállalására sikeres kutatói karrierje közepén:¹

Valószínűleg az önbizalmam. Sehol sincs megírva, hogy képesnek kell lennem erre a feladatra. Semmilyen vezetői gyakorlatom sincs. Egy kutatóintézetnek ugyan én voltam az igazgatója, de az éppen akkor épült, és nem volt nagy. Nincs pénzügyi, hivatali tapasztalatom; azt sem tudtam, hogyan kell felvenni egy alelnököt, tehát papírforma szerint nem kellene alkalmasnak lennem erre a feladatra. Azt hiszem, egyedül azért

vagyok ma itt, mert szilárdan hiszek abban, hogy meg tudom tanulni ezt a munkát.

Honnan származik ez az önbizalom? „Az édesapámtól. Van egy súlyosan fogyatékos nővérem, aki egészen kicsi korától kezdve otthonban lakik. Ezért úgy éltem, mintha én lennék a legidősebb: az elsősülöttség minden előnyét élveztem, elsősorban a szülők nagy figyelmét. Édesapám bízott a nőkben – abban is, hogy a nők sikeresek lehetnek, és olyan pályát választhatnak, amelyet csak akarnak. Szentimentálisan azt képzelte, hogy nincs olyan, amire ne lennék képes. Ennek aztán meglett a hatása.”

Shirley 1946-ban született Torontóban, Kanadában, Shirley Marie Caldwell néven. Édesapja bankban dolgozott, a családnak gyakran kellett költöznie a keleti és a nyugati part között. Shirley kisgyerekként is szeretett számolni.

Mindig imádtam a számokat. Édesapám már egészen kicsi koromtól fogva matematikai fejtörőket játszott velem az esti mese helyett. Azt hiszem, a matematika és a számok szeretete vezetett el a kémiához. Ezt tanultam az egyetemen. Nekem rejtvényfejtés a kémia; szeretem kitalálni, milyen út vezet a szubsztráttól a termékig, hogyan lehet a legkevesebb lépéssel célba érni. Azt hiszem, a kémia rejtvényyszerűsége vonzott, ami a matematikai érdeklődésemből ered.

Harmadéves koromra elegendő lett a kémiából. Nem utáltam meg, csak máshogy tekintettem már rá. Talán mert úgy éreztem, hogy nem leszek igazán jó vegyész. Új tudomány után néztem, s ekkor bukkantam rá a 20. századi molekuláris biológia egyik legragyogóbb kísérletére: Matthew Meselson és Franklin Stahl munkájára, a DNS szemikonzervatív replikációjának bizonyítására.²

A szemikonzervatív replikáció azt jelenti, hogy az eredeti DNS kettős hélix először szétnyílik, a két szál különválik, majd az új DNS-t felépítő molekulák egymás után hozzákapcsolódnak a két különálló szálhoz – így készül el a két új, második generációs DNS-molekula: mindkettő félig a szülői DNS-t tartalmazza, félig új. „Úgy éreztem, soha életemben nem láttam még ilyen lélegzetelállítóan gyönyörű kísérletet. Ekkor döntöttem el, hogy molekuláris biológus leszek.”

Mire megszerezte a BSc fokozatot a Queen's Egyetemen, Kingstonban (Ontario tartomány), Shirley már hozzászokott a laboratóriumi atmoszférához. Mégis úgy érezte, hogy ha folytatja ezeket a tanulmányokat, sohasem lesz esélye arra, hogy kitörjön a molekuláris biológia világából. Nem akart ilyen kötött pályán mozogni, mert a világ más részeire, az övétől nagyon különböző kultúrákra is

kíváncsi volt. Így határozta el, hogy Nyugat-Afrikába megy: három évig Sierra Leonében dolgozott középiskolai tanárként.

Megkérdeztem, mit szoltak hozzá a szülei. „Magukon kívül voltak! Amíg egyetemre jártam, az édesanyám végig, minden egyes héten küldött nekem egy »gondoskodó csomagot«, ahogy ő hívta. Ezekbe WC-papírt, fogkrémet meg olyan cuccokat rakott, amikről úgy gondolta, hogy a saját pénzemből nem költenék rájuk. Amikor megtudta, hogy Afrikába megyek, leállt a csomagokkal.”

Shirley élvezte az afrikai életet. Sierra Leone éppen akkor vált függetlenné, fiatal ország volt, és bár az új nemzetnek tengernyi problémával kellett szembenéznie, optimizmus érződött a levegőben. Ez a kitérő Shirley számára valóban egyedülálló lehetőség volt egy számára ismeretlen világ felderítésére. Megkérdeztem, buzdítaná-e a fiatalokat olyan kalandokra, amilyenekben neki is része volt. „Nemcsak buzdítanám, hanem meg is teszem. Amikor a diákok kikérik a véleményemet, hogy szüneteltessék-e a tanulmányaikat, és egy ideig valami mást csináljanak, mindig erre biztatom őket. Egészen más emberként tértem vissza. Tele voltam energiával, készen álltam a tanulmányaim folytatására. Rögtön a BSc után messze nem lettem volna ilyen lelkes. Fantasztikus útravalót kaptam.”

Doktori tanulmányait a philadelphiai Temple Egyetemen folytatta, posztdoktorként a Nemzeti Egészségügyi Intézetekben (NIH) dolgozott, Philip Ledernél. Egy évtizeddel korábban Philip Leder fontos kísérletekben vett részt Marshall Nirenbergnél, amikor a genetikai kód megfejtését tűzték ki célul. Shirley rettetesen élvezte a munkáját. Legfontosabb tudományos eredménye, véleménye szerint, a génklónozásra kidolgozott módszere, amely éppen Leder laborjában kristályosodott ki. Ekkor indultak el a rekombináns DNS-kísérletek.

Az volt a fő kérdés, hogyan klónozhatnánk egyetlen gént a nagyjából százezer gén közül – akkor legalábbis ennyit tételeztünk fel. Egérgénnel dolgoztunk. A klónozásból született az a felismerés, hogy a gének nem folyamatosan tartalmazzák azokat a szakaszokat, amelyek a róluk átírt hírvivő RNS-ekben sorakoznak. A génekben megszakítások is vannak, ezért a gének szakaszait „össze kell fűzni” az RNS elkészítéséhez – ez akkora felfedezés volt, amiért valamikor az 1990-es években Nobel-díj járt.*

...Mi az integráció és a komplexitás fogalmát övező kérdéseket tartottuk a legizgalmasabbnak. A molekuláris biológia mindig redukcionista volt. Most végre integrált módon vizsgálhattuk a problémákat. Ehhez azonban olyan eszközökre volt szükségünk, amelyekkel addig még nem

* 1993-ban Richard J. Roberts és Phillip A. Sharp megosztva élettani-orvosi Nobel-díjat kapott a megszakított gének felfedezéséért.

rendelkezett a molekuláris biológia. [...] A munkához tehát új módszereket fejlesztettünk ki, és segítségül hívtuk a számítástudományt, a fizikát, a kémiát is. Össze kellett „eresztenünk” a különböző hátterű, különböző tudású kollégákat, akik arról gondolkoztak, hogyan tanulmányozhatnánk a részletekben rejlő egészet.

Shirley ezután a Temple Egyetem adjunktusa, majd a Pennsylvaniai Egyetem docense lett. 1986-ban az élettudományok professzoraként került a Princetoni Egyetemre. Felállított egy laboratóriumot, 1998-ban pedig interdiszciplináris intézetet hozott létre, amely az Integratív Genomikai Intézet nevet viseli. 2001-ben megkérdeztem, mi lesz a kutatási programjával az elnöksége alatt. „A laboratórium működik; az egyetemi hallgatóim, a doktoránsaim, a posztdoktoraim még dolgoznak. Hetente egy napot velük töltök – de már nem fogadok új jelentkezőket. Az elnökség teljes munkaidős állás, nekem sincs négy kezem, ezért választanom kell. Két éven belül bezárom a labort.”

A Princetoni Egyetem női elnökétől meg kellett kérdezniem: nem játszott-e szerepet a megválasztásában, hogy nő.

Remélem, egyedül az érdem alapján döntöttek, és olyan felszínes szempont, mint a nemem, nem jött szóba. Az első négy hónapban még a jelölőbizottság tagja voltam, és ezalatt sohasem merült fel a nemek kérdése. Ezért egészen biztos vagyok abban, hogy a nemnek nem volt köze a döntéshez. Zavarna, ha így lenne. Ugyanakkor kifejezetten a pozitív diszkrimináció mellett teszem le a voksomat. Ez akkor működik a legjobban, ha a férfakkal azonos tudású nőknek azonos esélyt adnak, és nem akkor, ha a kevésbé képzett nőket juttatják előnyhöz.

De miért van olyan kevés női vezető az egyetemeken, a kutatóintézetekben, és miért választanak be olyan kevés nőt a tudományos akadémiákba, ha az egyetemeken pozitív diszkriminációt alkalmaznak? (2001 óta természetesen már kedvező változásokat tapasztalunk.)

Ez bizony fogas kérdés. Valamennyire a társadalmon is múlik, de legfőképpen a tudomány kultúráján. Ez a kultúra nem fogadja be szívesen a nőket. Egy női matematikus vagy fizikus – ezeken a területeken a nők erősen alulreprezentáltak – nehezen „melegszik meg” egy olyan tanteremben, ahol az összes oktató férfi, és a hallgatók többsége is az. Tehát nemcsak az oktatók, hanem a hallgatók szintjén is ezt érzékeljük. Csak a rendkívül elkötelezett és hihetetlenül erős nők viselik el ezt a környezetet.

Ez a kultúra alapvetően elbátortalanítja a nőket; érzik, hogy itt „hívatlan vendégek”. Hogyan változtathatunk ezen? Kezdhetjük például a szenior szinttel: több női professzort nevezünk ki ezeken a tanszékeken, hogy azok a lányok, akiket érdekel a matematika vagy a fizika, ne nézzenek más szakmák után. Ez, persze, nehéz, mert nincs nagy választék a szenior szintű oktatók között...

Shirley házassága válással végződött. Két gyereke van; egyedülálló anyaként nevelte fel őket. Megkérdeztem, mennyire volt nehéz. „Pokolian!” – válaszolta. Hogyan boldogult mégis? „Azt hiszem, úgy tettem, mintha ez lenne a világ rendje. Ha tudatosítottam volna magamban, hogy mekkora terheket cipelek, összeroppantam volna.” Nem vehetett fel senkit a háztartásba, „mert erre sohasem futotta. Egyetlen fizetésből éltem. Nem kaptam gyerektartást; az apjuk nem fizetett, én meg úgy döntöttem, nem fordulok bírósághoz, nem gyötröm magam ezzel.”

Magától értetődött, hogy a „nők a tudományban” kérdéskört is alaposan körbejárjuk. A tudományos életben nagyon kevés nő jut vezetői pozícióhoz, őket viszont elhalmozzák tanácskozó testületi megbízásokkal, bizottsági tagságokkal és más tisztségekkel. Shirley egyetértett velem, hogy sokszor nehéz az összes kérdésben naprakésznek lenni, és hozzátette: „Minden olyan nő szenved ettől az igazságtalan tehertől, aki alulreprezentált szakmát választ.”

A sikeres nőekkel beszélgetve rendszeresen felmerül, hogy agresszívnek kell-e lenniük a siker érdekében. Shirley szerint „erélyesnek kell lenni. Mindig az volt az egyik nagy szívfájdalmam, hogy a tudományos életben a női viselkedésnek sokkal kisebb a játéktere, mint a férfinak. A férfiaknak mindent szabad: senki sem teszi szóvá, ha csendesek, és azt se, ha mérhetetlenül agresszívak. De ha egy nő bármelyik irányban kilóg egy nagyon keskeny sávból – vagy túl csendes, vagy túl agresszív –, biztosan negatív megjegyzéseket tesznek rá – mindkét irányban.”

Elnökként Shirley Tilghman lehetőséget kapott a diáklányok és a női oktatók helyzetének javítására. Ezen a téren nagy eredményeket ért el. Egyik első lépéseként felállított egy bizottságot, amelynek meg kellett vizsgálnia, nem részesülnek-e eltérő bánásmódban a férfi és a női oktatók. A bizottság feltárta az összes olyan területet, ahol a nők hátrányos helyzetben voltak, közéjük tartozott például a fizetés, a laboratórium mérete, a díjakra való felterjesztés, és végrehajtották a szükséges módosításokat.

Shirley nagyon sok díjat és kitüntetést kapott, például a L'Oréal–UNESCO díját, amellyel eredményes kutatónőket jutalmaznak. Az Amerikai Tudományos Akadémia külföldi tagja (mert kanadai állampolgár). A londoni Royal Society és más tudós társaságok tagja. A világ huszonöt egyetemének tiszteletbeli doktora.

Amikor megválasztották a Princetoni Egyetem első női elnökének, az egyetemi diáklap néhány munkatársa felkereste az irodájában, és vádló hangon közölte vele: „A *New York Times* szerint ön feminista és liberális!” Sikerült megdöbbeneniük. „Teljesen elképedtem, amikor rájöttem, hogy a diákok szerint szégyenkezнем kellene a feminista felfogásom miatt, holott én büszke vagyok rá.”³ Beszélgetésünkkor így fogalmazott: „Egész életemben feminista voltam, akkor is, amikor talán még a szó értelmét sem tudtam. Feltétlenül hiszek a nők egyenlőségében és esélyegyenlőségében. Egyetértek önnel abban, hogy felháborítóan keveset értünk el a feminista forradalom kezdete, az 1960-as évek vége, 1970-es évek eleje óta. Amikor azt látom, hogy milyen nagyszerű nőket tanítunk az egyetemünkön, egyszerűen elképzelhetetlennek tűnik, hogy ez folytatódjék.”

ZÁRÓGONDOLATOK

Miért érdekli a nőket a kutatás? A helyes válasz az lenne, hogy azért, amiért a férfiakat. A kérdés azonban bonyolultabb: Miért érdekli a nőket a kutatás, ha annyi nehézséggel kell megküzdeniük érte? Azért, mert nem élhetnek a rájuk kényszerített szerepbe zárva, amely ettől a hihetetlenül izgalmas tevékenységtől megfosztaná őket. A nőket, ugyanúgy, mint a férfiakat, érdekli a körülöttünk levő világ – a hatalmas univerzumtól szervezetünk legkisebb sejtjéig, az anyag legapróbb építőeleméig vagy a halálos betegségek elleni gyógyszerek megtervezéséig. A nők, ugyanúgy, mint a férfiak, kíváncsiak és ambiciózusak; szeretnék kifürkészni az ismeretlent, megérteni valamit, amit addig még senkinek sem sikerült. Ők is minden egyes nap átélik a kaland izgalmát, amikor terveket, elképzeléseket dolgoznak ki céljaik elérésére. A kérdés nem is annyira az, hogy miért választják a nők is a kutatói pályát, hanem inkább az, hogy miért nehezebb nekik, mint hasonló érdeklődésű és hasonlóan ambiciózus férfi társaiknak. Ez a könyv a sikerekről szól, nem a kudarcokról. Az a tény azonban, hogy a siker titkának felderítése külön könyvet igényel, arra utal, hogy a nők gyakran csak rendkívüli erőfeszítések árán vehetnek részt ebben a nagyszerű emberi vállalkozásban, amelynek nemekre semlegesnek kellene lennie, mégsem az.

Ebben a könyvben azokról a beszélgetéseimről számoltam be, amelyeket kiemelkedő kutatókkal folytattam, és néhány olyan nőt is bemutatam, akit nem ismerhettem meg személyesen. Vonhatunk-e le következtetéseket a történeteikből? Kémikusként tisztában vagyok azzal, hogy nem bocsátkozhatom szociológiai eszmefuttatásokba. Szociológus lányomtól megtanultam, hogy ezek az elemzések nagy szaktudást és tapasztalatot igényelnek, amellyel nem rendelkezem. Helytálló következtetések amúgy is csak statisztikailag értékelhető mennyiségű adatból vonhatók le. Szociológiai elemzés helyett inkább hőseim életének néhány aspektusát emelem ki, ezekhez fűzök egy-két megjegyzést, és elmondom, milyen kép alakult ki bennem a kutatónők életéről párbeszédeink nyomán.

A könyv címében a „határok nélkül” kifejezés arra vonatkozik, hogy a kötetben szereplő nők egyrészt számos tudományágat, másrészt sok országot képviselnek. A példák azt mutatják, hogy az országoktól, a kutatási területektől és az egyedi élethelyzetektől függetlenül is levonhatunk közös tanulságokat. A 20. század közepéről vett példáim még történelmi távlatból is igazolják ezt a megállapítást.

A nők nem azonos számban művelik az egyes tudományterületeket. A biológia vonzza a legtöbb nőt, a fizika és a mérnöki tudomány a legkevesebbet. A nők biológiából kapták a legtöbb tudományos Nobel-díjat (a kategória hi-

vatalos neve: „élettudományi vagy orvosi”), fizikából a legkevesebbet. Ennek ellenére a ritkán választott területeken is akadnak sikeres nők. A mi kis mintánkban szintén megjelennek az elméleti fizika kiváló női képviselői, például Mary Gaillard és Rohini Godbole; a kísérleti fizikusok, többek között Miriam Sarachik, aki a kondenzált anyagok fizikájában ért el nagyszerű eredményeket, és Catherine Bréchnignac, aki kísérleti módszerekkel tanulmányozza az atomok klasztereit. A mérnökök közül a repülő- és űrmérnök Yvonne Brillt és a gépész-mérnök Irina Gorjacevát emelném ki.

Az egyetemek, kutatóintézetek vezetésében a nők még mindig alulreprezentáltak. A változások lassúak, de biztató, hogy a legmagasabb posztokon is vannak már sikeres nők: egyetemek dékánjai, rektorai (a rektornak megfelelő pozíció egyes országokban az elnök [például az Egyesült Államokban], más országokban az alkancellár [például Nagy Britanniában és Indiában]), tudományos akadémiák és nagy kutatóintézetek vezetői. Látszik, hogy már repedezik az „üvegplafon”, amely elzárja a nőket a vezetői pozícióktól.

A nők, néhány ritka kivételtől eltekintve, a 19. század végén jelentek meg a tudományban. A legelsőik többnyire tudósfeleségek voltak, akik a férjük munkahelyén dolgozhattak, általában, de nem szükségképpen, vele együtt. Ez rendszerint nem járt fizetéssel és hivatalos állással – de ez sem tartotta vissza őket. Jó példa erre Gerty Cori, az egyik első Nobel-díjas. Egy másik Nobel-díjas, Maria Goeppert Mayer, aki önálló kutatásaiért nyerte el a díjat, csak azokon az egyetemeken dolgozhatott, ahol a férje professzor volt.

A könyv külön részt szentel a tudós házaspároknak, mert a közös munka fontos szerephez juthat a kutatásban. Gyakran említik, hogy a Curie házaspár esetében Pierre volt a „gondolkodó”, és Marie a jó kísérletező, azt mondhatjuk, ő volt az, aki az elgondolásokat megvalósította. Az itt szereplő tudós házaspárok többségében hasonló munkamegosztás alakult ki; példának hozhatjuk fel John és Rita Cornforth vagy Jerome és Isabella Karle kettősét. Az együttműködés sikerét jelentősen fokozta, hogy a házaspárok sokszor kiegészítették egymást: közös munkájuk révén jutottak el kivételes eredményeikhez. Hasonlóan gyümölcsöző kapcsolat alakult ki Szent-Györgyi Albert és Banga Ilona vagy Solomon Berson és Rosalyn Yalow között; mindkét esetben a nőnek ment jól a kísérleti munka.

Több beszélgetőpartnerem szenvedett az Egyesült Államok korábbi nepotizmusellenes intézkedéseitől. A korlátozások nemcsak azokra a házaspárookra vonatkoztak, akik együtt akartak dolgozni, hanem gyakran azokra is, akik ugyanazon az egyetemen, de különböző tanszékeken jutottak volna álláshoz. A Yalow és a Dresselhaus házaspárnak például el kellett költöznie, hogy mindketten dolgozhassanak. Ezekben az esetekben mindkét férj nagy odaadással támogatta felesége kutatói törekvéseit. Az állami laboratóriumok ebből a szempontból kedvezőbbnek

bizonyultak az egyetemeknél, ezért néhány tudós házaspár ilyen intézményekben kötött ki: Gertrude Scharff és Maurice Goldhaber a Brookhaveni Nemzeti Laboratóriumban, Isabella és Jerome Karle a Haditengerészeti Kutatólaboratóriumban.

A nőknek sokszor kellett követniük a férjüket, ha az jobb állásajánlatot kapott. Jocelyn Bell Burnell férjének a munkája követelte meg a gyakori költözést, ezért Jocelyn nehezen juthatott állandó álláshoz. Amíg a fiuk fel nem nőtt, rész-munkaidőben dolgozott. Yvonne Brillnek nagyon jó munkája volt az Egyesült Államok nyugati partján, de amikor férje a keleti parton talált vonzó állást, vele kellett mennie, és új munkát keresett magának. Chien-Shiung Wu életében is volt ilyen epizód. Frances Kelsey sokat költözött pályája elején, amíg a családjá le nem telepedett Marylandben. Ezután lett az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatósága (FDA) az állandó munkahelye.

Ha egy nő együtt dolgozik a férjével, könnyen előfordul, hogy az ő érdemeit is a férjének tulajdonítják. Isabella Karle a „saját jogán” elismert kutató, de amikor megkérdeztem tőle, nem fordult-e elő ilyesmi vele is, lakonikusan annyit mondott: „Hát bizony...”^{*} Amikor pedig a fordítottjáról érdeklődtem, azt válaszolta: „Alig.” Sok házaspár felismerte és megpróbálta kivédeni ezt a veszélyt: például váltakozva szerepeltek cikkeik első szerzőjeként. Végül gyakran indítottak egymástól független kutatásokat.

Pamela Matson ökológus, a Stanford Egyetem földtudományi dékánja sokat dolgozik együtt a férjével. Pályája elején egyszer csak ezt hallotta valakitől: „Ez a nő minden eredményét a férjének köszönheti.” Nagyon mérges lett. De saját kutatásaik is vannak, Pamela nemzetközi együttműködésekkel folytat, ezért kollegái nem vitatják a szakértelmét.

Rosalyn Yalow és Solomon Berson csak kollégák voltak, akik évtizedeken át sikeresen dolgoztak együtt. A laboron kívül sokan azt hitték, hogy Rosalyn mindössze Berson asszisztense – ami egyáltalán nem fedti a valóságot. Solomon Berson halálával Rosalyn Yalow pályája is lezárulhatott volna. De Rosalyn erős és makacs ember volt: bebizonyította, hogy felér Solomonhoz. Továbbra is ugyanolyan sikeresen dolgozott, mint korábban a partnerével, és közös munkájukért végül elnyerte a Nobel-díjat.

A női tudósok lebecsülésén nem könnyű változtatni. Irène Curie és Frédéric Joliot egyik közös cikkére még 2010-ben is „Joliot és Curie” munkájuként hivatkozott valaki, bár az összes idézett dolgozatban „Curie I. és Joliot F.” volt a szerzők sorrendje.¹ Az ábécésorrend sem követelte meg a nevek felcserélését.

Beszélgetőpartnereim közül sokan születtek az 1920-as, 1930-as években. Többnyire nehezen indult a pályájuk. Elsősorban azok jutottak be nehezen a

* Itt és az alábbiakban az idézetek a könyv megfelelő fejezeteiből származnak.

doktori iskolákba, akik az Egyesült Államokban tanultak. Myriam Sarachik férjét rá kellett venni a PhD-tanulmányokra, miközben ő „majd” meghalt” ugyan ezért. „Erre akkoriban nemigen vetemedtek a nők.” Myriam végül megszerezte a doktorátust.

A második világháború változást hozott a jól képzett amerikai nők életébe. A háborús kutatások sok férfi tudóst, többnyire fizikust és vegyészt vontak el az egyetemektől, ezért nőkre kellett bízni a tanítást. Ekkor kapott életében először egyetemi állást Maria Goepfert Mayer. Chien-Shiung Wu szintén ebben az időben kezdett el tanítani a Princetoni Egyetemen – ahová a lányok akkor még be sem iratkozhattak. A háború után a férfiak visszatértek, a nők újra háttérbe szorultak, de a precedensértékű esetekről nem feledkezhetek el. A kutatónők helyzetének tartós javulását az 1960-as évek nőmozgalmai indították el.

A 20. század utolsó évtizedeiben a kutatónőket még többféle diszkrimináció érte, kisebb volt a fizetésük, kevesebb laborhelyet kaptak, és később léptették őket elő, mint férfi kollégáikat, arról nem is beszélve, hogy bizonyos területeken alig-alig dolgozott nő. Nagy lépésnek bizonyult, hogy 1995-ben Nancy Hopkins professzor vezetésével megalakult egy bizottság a Massachusettsi Műszaki Egyetemen (MIT), amely megvizsgálta az egyetem vezető női oktatóinak helyzetét. Szinte minden területen súlyos egyenlőtlenségeket mutattak ki a férfi és női munkatársak között. Az egyetem változásokat vezetett be; ezeket 1999-ben tárta a közvélemény elé.² A vizsgálat az egész országban nagy nyilvánosságot kapott, és más intézményeket is a problémák feltárására ösztönzött.³ Az MIT újabb beszámolót tett közzé 2011-ben, amely jelentős előrelépésről tudósított.⁴ A női oktatók száma 1985 és 1994 között nem változott, 1999-re azonban nyolc százalékról tizenháromra, 2011-re pedig tizenkilenc százalékra nőtt.

A nőkkel szembeni diszkrimináció még mindig tartja magát, bár csökken, és többnyire enyhébb formákat ölt, mint korábban. Ha abból indulunk ki, hogy a népesség felét nők alkotják, most is feltűnően kevés a női kutató, különösen az egyetemek, kutatóintézetek vezetői rétegében.

A munka és a családi kötelezettségek közötti vitathatatlan konfliktus az egyik legnehezebb, ha nem a legnehezebb megoldandó probléma. 2002-ben beszélgettem erről James Watsonnal, a DNS kettős hélix szerkezetének híres társhelfedezőjével, aki nemcsak ellenérzést keltő nyilatkozatairól, hanem vezetőként tanúsított korrektségéről is ismert:⁵

Régi barátom, Arthur Kornberg, akitől igazán távol áll a feminizmus, [...] azt mondja, hogy a nők sohasem lehetnek egyenlők az egyetemeken, mert rész munkaidőben akarnak dolgozni. Az orvosi egyetemen huszonnégy kolléganője volt. A családok nem viselték el, hogy ezek a nők heti nyolc-

van órát töltsenek a laborban, míg ugyanezt a férfiak megengedhették maguknak. A kutatói állásokat nyilván a legjobbaknak kell megkapniuk. Ha a kiválósághoz heti nyolcvan óra munkára is szükség van, akkor az, aki heti negyven órát akar dolgozni, nem versenghet a nyolcvanórással. Sokféleképpen elő lehet segíteni, hogy a nők visszatérjenek a munkába, amikor a gyerekek már kicsit nagyobbak. Ezeket a törekvéseket szívesen támogatnám.

– *Úgy gondolja, hogy a tudományos karrier és a család reménytelenül összeegyeztethetetlen a nők esetében?*

– Néhány nőnek sikerül. Például Dorothy Hodgkinnak, de neki megvolt hozzá a személyzete. Vagy ott az óvoda. Lehet dolgozni. De az igazán komoly tudományos munkához eszméletlen megszállottság kell. Egyszerre pedig nem lehet kétféle dolgot megszállottan csinálni; az ember vagy a családja, vagy a munkája iránt elkötelezett. Ezzel csak azt akarom mondani, hogy az ember megpróbálhat kedvező arányokat kialakítani egy tanszéken, és alkalmazhat például feleannyi nőt, mint férfit. Néhányan képesek lesznek megszervezni az életüket, és a személyiségük is alkalmas a munkára; a többiek majd belátják, hogy nem megy.

...A nők általában gyereket akarnak. [...] Nem lehet megváltoztatni a férfiak és a nők közötti eredendő különbséget. Hogyan törekedhetnénk egyenlőségre, ha nincs meg az alapja? A természetes adottságok miatt a nőknek nehezebb bekerülniük a szakma felső egy százalékába.

Ez nem hangzott biztatóan, annak az embernek a szájából különösen nem, akiről korábbi PhD-hallgatója, Nancy Hopkins, az MIT mostani molekulárisbiológia-professzora azt mondta, hogy ő az első feminista, akivel életében találkozott.

Hasonló problémák merülnek fel az európai kutatónők esetében is. Christiane Nüsslein-Volhard 2001-ben elmesélte, hányféle módon és milyen gyakran érte őt diszkrimináció azért, mert nő. Ma ezt a kérdést már komolyan veszik, és több szinten vizsgálják. Az Európai Bizottság 2003 óta két évente kiad egy könyvet, amelyben minden oldalról megvilágítják a tudományos pályán – az egyetemeken, a kutatóintézetekben és az iparban – dolgozó nők problémáit. A legutóbbi kötet 2013-ban jelent meg.⁶ A bevezetésben Máire Geoghegan-Quinn, a kutatásért, innovációért és tudományért felelős biztos azt írja, hogy a nemek közötti egyenlőtlenség, minden erőfeszítés ellenére, még mindig jelentős, és a javulás igen lassú. Bár a felsőoktatásba több nő kerül be, mint férfi, az egyetemi rektorok között mindössze tíz százalék a nők aránya, és a döntéshozó testületeket is ez a nagy egyensúlyhiány jellemzi.

A „család vagy munka” dilemmáját tovább vizsgálva megjegyzem, hogy a könyvben szereplő kutatónők közül csak néhányan nem mentek férjhez. A kevesek közé tartozik Rita Levi-Montalcini, akit az édesapja azért akart eltántorítani a tanulástól, hogy jó feleség és anya legyen. Amikor Rita betöltötte huszonegyedik évét, ezekkel a szavakkal fordult édesapjához: „Nem érdekel a házasság meg az anyaság, én tanulni akarok.” Mások úgy érezték, hogy a kutatói pályával összeegyeztethető a család, a gyerek – és mindkettőt vállalták. Sokan három-négy gyereket is felneveltek. Ezért nem meglepő, hogy amikor életük legnagyobb kihívása iránt érdeklődtem, szinte kivétel nélkül a családi kötelezettségek és a munka összehangolását nevezték meg.

Csak néhány példát említek az előbbieket illusztrálására. Yvonne Brill: „...az, hogy huszonnégy órában minden meglegyen, [...] otthon se álljon minden a feje tetején – már önmagában is kihívás.” Rita Cornforth: „Nehéz volt, persze, és amikor már három gyerekről kellett gondoskodnom, néha eszembe jutott: »Még egyszer nem vágnék bele, de most már nem adhatom fel.« [...] Könynyebben úztem ki a kémiát a fejemből otthon, mint a gyerekeket a laborban.” Mildred Dresselhaus: „Reggel mindig nehéz volt összeszedni a családot. [...] Nem szerették, ha 8:30-ra érek be 8:00 helyett. A legnagyobb gyerekem még ötéves sem volt. Szinte évente szültem egy gyereket, és borzasztó nehezen tudtam volna mindent úgy elrendezni, hogy nyolcra beérjek. Csupa agglegény tört pálcát felettem.” Anne McLaren: „Az idő. Az idő. Az idő megszerzése.”

A kutatás és a család összehangolásában kulcsfontosságú a férj attitűdje. Akad olyan férj, aki támogatja ugyan felesége kutatói karrierjét, de otthon egyáltalán nem segít. Mildred Cohn férje, a fizikus Henry Primakoff csak akkor fogadott el állásajánlatot, ha biztosan tudta, hogy a felesége is kutatói poszthoz jut ugyanabban az intézményben. Amikor azonban Mildred megkérte otthon, hogy segítsen, mindig azt válaszolta: „Vegyél fel valakit.” Klein György rendkívül fontosnak tartotta a felesége kutatói életét, de egyáltalán nem segített a házi munkában és a gyerekek felnevelésében. Éva kötélén egyensúlyozott a munka és a család között, és ma is lelkiismeret-furdalással küszködik, mert talán nem volt mindig a gyerekei mellett, amikor a kicsiknek szükségük volt rá.

Szerencsére a könyv szereplői általában számíthattak a férjeikre az otthoni terhek megosztásában. A családok többnyire felvettek valakit a kisgyerekek mellé – két fizetésből rendszerint erre is futotta. Két skandináv kutató, a norvég Marit Traetteberg és a svéd Kerstin Fredga elmondta, hogy amikor a gyerekeik kicsik voltak, más fiatal egyetemi kollégákkal együtt létesítettek óvodát, hogy dolgozhassanak. A tapasztalatok szerint az indiai és az orosz családok gyakran bízzák a nagyszülőkre a kicsiket.

A kisgyerekes anya és az eredményes kutató életének összeegyeztetése azonban még a férj támogatása mellett is nehéz. Néhány nő úgy döntött, hogy csak akkor szül gyereket, amikor már megalapozta a karrierjét. Rosalyn Yalow addig várt, amíg úgy érezte, hogy már nem helyettesíthető mással. Margarita Salas és a férje is akkorra halasztotta a gyerekvállalást, amikor Margarita madridi laborja már szilárd lábakon állt.

Vegyük szemügyre a kérdést a gyerekek oldaláról is. Néhány családban a „dolgozó anya” állandó konfliktus forrása volt. Maria Goeppert Mayer gyerekei szenvedtek a durva bébiszittertől, amit Maria nem vett észre. Amikor a lánya gyereket szült, mindenekelőtt anya akart lenni. Catherine Bréchnac tudja, hogy a gyerekei úgy érezték, elhanyagolja őket, amit sajnál; most már, szerencsére, jó kapcsolat alakult ki közöttük. Több beszélgetőpartnerem szóba hozta, hogy a gyerekek rosszul tűrték, ha a szülők a kutatásaikról beszélgettek a vacsoraasztalnál. Máshol épp az ellenkezőjét tapasztalták. Marye Ann Fox gyerekei szerint náluk sokkal érdekesebb beszélgetések folytak vacsora közben, mint a barátaiknál.

Mildred Cohn lánya azon szomorkodott, hogy az iskolában ő az egyetlen, akinek dolgozik a mamája. Amikor azonban felnőtt, és pszichológus lett, írt egy dolgozatot azokról a gyerekekről, akiknek az édesanyja dolgozik, és arra a következtetésre jutott, hogy nem különböznek a többiektől. A Cohn család mindhárom gyereke kutató lett. A kutatók gyerekei gyakran választják a szüleik hivatását. Érdeemes elolvasni Vera Rubin élettörténetének erre vonatkozó részét. Vera összes gyereke kutató; egyik fia így írt erről: „Azt hiszem, nem véletlenül lett mind a négy gyerek kutató. Élénken él az emlékezetemben, ahogy anyám és apám a méretes ebédlőasztalon kitergetett papírjait tanulmányozza. [...] Amikor elég nagy lettem, megértettem, hogy ha még vacsora után is ugyanazt akarják csinálni, amit egész nap a munkahelyükön, akkor biztosan érdekes a munkájuk.” Másik fiától is idézek: „Sohasem erőltették, hogy kutatók legyünk, de ez tűnt természetesnek. [...] Most már látom, hogy ha az embernek olyan szülei vannak, akik ismerik ezt az életet, és erre bátorítják, előnyhöz jut a diáktársai többségével szemben.”

Könyvem középpontjában női tudósok harcai és győzelmei álltak, amelyeket néhány rendkívül sikeres és kimagasló kutató példáján érzékeltettem. Így akartam tisztelegni előttük és példaképként ajánlani őket a kezdő kutatóknak – férfiaknak és nőknek egyaránt. Könyvemmel szeretném a tudományos pálya felé terelni az elhivatott és okos fiatalokat. Nem próbáltam idealizálni beszélgetőpartnereimet; az igazi énjüket igyekeztem megmutatni, érdemeikkel és hibáikkal együtt. Közös jellemzőjük, a tudomány odaadó szeretete, minden munkájukból kitűnik. Néhány évtized múlva talán nem kell már külön könyvet írni a kutatónőkről, de addig ezzel a kötettel szeretnék hozzájárulni ennek a vágynak a beteljesüléséhez.

JEGYZETEK

Előszó

1. *Candid Science, I–VI*. London, Imperial College Press, 2000–2006. Nemrégiben jelent meg válogatás az interjúrészekből: Hargittai B., Hargittai M., Hargittai I.: *Különleges elmék. Találkozás 111 híres tudóssal*. Budapest, Corvina, 2014.

Bevezetés

1. Caroline L. Herzenberg, Susan V. Meschel, James A. Altena: Women Scientists and Physicians of Antiquity and the Middle Ages. *J. Chem. Ed.*, 1991. 61, 101–105.
2. Sue Vilhauer Rosser: *Women, Science, and Myth. Gender Beliefs from Antiquity to the Present*. ABC–CLIO, 2008. 22.
3. <http://web.mit.edu/fnl/women/women.html> (utolsó letöltés: 2014. február 1.).

Tudós házaspárok

1. C. Kimberling: Emmy Noether and Her Influence. In: J. W. Brewer, M. K. Smith (eds): *Emmy Noether. A Tribute to Her Life and Work*. Marcel Dekker, 1981. 14.

A „Curie-dinasztia”

1. Marie Curie: *Pierre Curie*, Marie Curie önéletrajzi jegyzeteivel. New York, Dover Publications, 1963.
2. Helena M. Pycior: Pierre Curie and „His Eminent Collaborator Mme Curie”. Complementary Partners. In: H. M. Pycior, N. G. Slack, P. G. Abir-Am (eds): *Creative Couples in the Sciences*. Rutgers University Press, 1996. 39–56, 40.
3. R. K. Merton: The Matthew Effect in Science. *Science*, 1968. 159, 56–63.
4. Margaret W. Rossiter: The Matthew Matilda Effect of Science. *Social Studies of Science*, 1993. 23, 325–341.
5. Magdolna Hargittai: Valentine Telegdi. In: Magdolna Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 189.
6. Pycior: Creative Couples, 46. (Irène Joliot-Curie: Marie Curie, ma mère. *Europe*, 1954. 108. sz. [december], 90. fordítása; angolra ford. Helena Pycior.)
7. Ibid. 300.
8. Ibid. 46.
9. Nobel Lecture. Radioactive Substances, Especially Radium. *Nobelprize.org*. Letölthető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html.
10. Anders Bárány magánközlése, Stockholmi Egyetem. 2011. május.
11. Ibid.
12. Hélène Langevin-Joliot egyik interjújából. <http://www.eurekaalert.org/features/doe/2003-07/djna-mp071103.php> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 15.).
13. James Chadwick. *Nature*, 1956. 177, 964.

Gerty és Carl Cori

1. Carl Cori: A Nobel-díj átadását követő díszvacsorán elmondott beszéd, 1947. december 10. Arne Holmberg (ed.): *Les Prix Nobel en 1947*. Stockholm, Nobel Foundation, 1948. Letölthető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1947/cori-cf-speech.html.
2. Istvan Hargittai: Arthur Kornberg. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science II. Conversation with Famous Biomedical Scientists*. London, Imperial College Press, 2002. 51–71, 58.
3. Magdolna Hargittai: Mildred Cohn. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science III. More Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2003. 251–267. 258.
4. Sharon Bertsch McGrayne: *Nobel Prize Women in Science*. 2. kiad. Carol Publishing Group, 1998, 93.
5. H. Theorell: Presentation Speech. *Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1942–1962*. Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 1964. Letölthető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1947/press.html.
6. Hargittai: Arthur Kornberg, 58.
7. McGrayne: *Nobel Prize Women in Science*. 112.
8. Istvan Hargittai: Osamu Hayaishi. In: Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*, London, Imperial College Press, 2006. 361–387, 375.

Banga Ilona és Baló József

1. Beszélgetés Banga Ilona fiával, dr. Baló Mátyással. Budapest, 2013.
2. I. Banga, A. Szent-Györgyi, CCXIV. The Large Scale Preparation of Ascorbic Acid from Hungarian pepper (*Capsicum Annuum*). *The Biochemical Journal*, 1934. 28, 1625–1628.
3. V. A. Engelhardt, M. N. Lyubimova: Myosine and Adenosinetriphosphatase. *Nature*, 1939. 144, 668–669.
4. Ralph W. Moss: *Free Radical. Albert Szent-Gyorgyi and the Battle over Vitamin C*. Paragon House, 1988. 121.
5. A. Szent-Györgyi: The contraction of myosin threads. *Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged*, 1941–42. I, 6–15; A. Szent-Györgyi: Discussion. *Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged*, 1941–42. I, 67–71; B. F. Straub: Actin. *Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged*, 1942. II, 1–15.
6. S. V. Perry: When was actin first extracted from muscle? *Journal of Muscle Research and Cell Motility*. 2003. 24, 597–599.
7. I. Banga, J. Baló: Elastin and Elastase. *Nature*, 1952. 171, 44.
8. I. Banga: *Structure and Function of Elastin and Collagen*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966.
9. Guba F.: Megkészt emlékezés dr. Balóné, dr. Banga Ilonáról. *Vitalitas*, 2000. 141. Letölthető: <http://www.vitalitas.hu/olvasosarok/online/oh/2000/40/51.htm>.

Rita és John W. Cornforth

1. Hargittai Magdolna: Levél-interjú Rita Cornforthszal, 2000. szeptember 7. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a levelezésből származik.
2. John Warcup Cornforth: Asymmetry and Enzyme Action. Nobel Lecture, 1975. december 12. In: Tore Frängsmyr (editor-in-charge), Sture Forsén (ed.): *Nobel Lectures. Chemistry 1971–1980*. Singapore, World Scientific Publishing Co., 1993.

3. Istvan Hargittai: John W. Cornforth. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science. Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2000. 122–137.

Jane M. és Donald J. Cram

1. Istvan Hargittai: Donald J. Cram. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science III. More Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2003. 178–197, 196.
2. D. J. Cram, J. M. Cram: *Container Molecules and Their Guests*. CRC Press, 1994.
3. Hargittai: Donald J. Cram, 195.
4. Hargittai: Donald J. Cram, 196.

Mildred és Gene Dresselhaus

1. Magdolna Hargittai: Mildred S. Dresselhaus. In: Magdolna Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 546–569, 548.
2. Ibid. 549.
3. Ibid. 550.
4. Ibid. 552.
5. Ibid. 550–551.
6. H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. F. Curl, R. E. Smalley: *Nature (London)*, 1985. 318, 162–163.
7. Hargittai: Mildred S. Dresselhaus, 562.
8. M. Cimonds: Queen of Carbon Science. Kavli prize winner is a nanoscience pioneer. *US News & World Report*, 2012. július 27.
9. G. Dresselhaus: Mildred Spiewak Dresselhaus. Letölthető: <http://mgm.mit.edu/group/millie.html>.
10. A Study of the Status of Women Faculty in Science at MIT, MIT, 1999. Letölthető: <http://web.mit.edu/fnl/women/women.html>.
11. MIT Profiles. Mildred Dresselhaus. *MIT Faculty Newsletter*, XVIII. köt. 3. sz. 2006. január/február. Letölthető: <http://web.mit.edu/fnl/volume/183/dresselhaus.html>
12. Hargittai: Mildred S. Dresselhaus, 557.
13. Ibid. 558.
14. Ibid. 552.

Gertrude Scharff és Maurice Goldhaber

1. P. D. Bond, E. Henley: Gertrude Scharff Goldhaber (1911–1998). *Biographical Memoirs*, The National Academy of Sciences, 1999. 77, 1–14.
2. W. Saxon: Gertrude Scharff Goldhaber, 86, Crucial Scientist in Nuclear Fission. *New York Times*, 1998. február 6.
3. Beszélgetés Maurice Goldhaberrel. Brookhaveni Nemzeti Laboratórium, 2001. november 8. Lásd Istvan Hargittai: Maurice Goldhaber. In: Magdolna Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 214–231. A további hivatkozás nélküli idézet ebből a forrásból származik.
4. Bond, Henley: Gertrude Scharff Goldhaber, 8.

Isabella és Jerome Karle

1. Magdolna Hargittai: Jerome Karle. In: Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2006. 422–437, 427–428.
2. Magdolna Hargittai: Isabella Karle. In: Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2006. 402–421, 404.
3. Istvan Hargittai: Herbert A. Hauptman. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science III. More Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2003. 292–317, 301–302.
4. Istvan Hargittai: Alan L. Mackay. In: Balazs Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science V. Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2005. 56–75, 72.
5. Hargittai István: *Doktor DNS. Őszinte beszélgetések James D. Watsonnal*. Budapest, Vince Kiadó, 2008. 63.
6. Hargittai: *Candid Science VI*. 408–409.
7. *Ibid.* 409.
8. *Ibid.* 407–408.
9. Donna McKinney: Jerome and Isabella Karle Retire from NRL Following Six Decades of Scientific Exploration. USNRL-sajtóközlemény, 2009. július 21. <http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2009/jerome-and-isabella-karle-retire-from-nrl-following-six-decades-of-scientific-exploration> (utolsó letöltés: 2013. február 21.).

Klein Éva és György

1. Klein György Klein Éváról. *MTC News*, 2005, 55. sz. 6.
2. Istvan Hargittai: George Klein. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science II. Conversations with Famous Biomedical Scientists*. London, Imperial College Press, 2002. 416–441, 429.
3. Hargittai Magdolna: Budapesti beszélgetések Klein Évával 2000 és 2003 között. Az összes hivatkozás nélküli idézet ezekből a beszélgetésekből származik.

Sylvy és Arthur Kornberg

1. Arthur Kornberg: *For the Love of Enzymes. The Odyssey of a Biochemist*. Harvard University Press, 1991. 172.
2. *Ibid.*
3. Istvan Hargittai: Arthur Kornberg. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science II. Conversations with Famous Biomedical Scientists*. London, Imperial College Press, 2002. 50–71, 54–55.
4. E-mail-váltás Roger Kornberggel, 2013. április.
5. A. Kornberg, S. R. Kornberg, E. S. Simms: Metaphosphate synthesis by an enzyme from *Escherichia coli*. *Biochim. Biophys. Acta*, 1956. 20, 215–227.
6. E-mail-váltás Roger Kornberggel.
7. Hargittai: *Candid Science II*. 63–64.
8. Hargittai: *Candid Science II*. 64.

9. They Helped Husbands to Nobel Prize. *The Miami News*, 1959. november 8., vasárnap.
10. E-mail-váltás Roger Kornberggel.
11. Kornberg: *For the Love of Enzymes*. 172.

Milica Ny. Ljubimova és Vlagyimir A. Engelhardt

1. A. V. Tyihonova, A. V. Engelhardt: Rol roda Engelhardtov v isztorii Rosszii.
2. Sztanovlenyije i doktizensenyija biohimicseszkoj skoli Kazanszkovo Unyiverszityeta, Kazan, 2009. 1–267, 27.
3. W. A. Engelhardt: Life and Science. *Ann. Rev. Biochem.* 1982. 51, 1–19, 18.
4. Engelhardt: Life and Science, 11.
5. Albert Szent-Györgyi: *The Chemistry of Muscular Contraction*. New York, Academic Press, 1947.
6. Albert Szent-Györgyi: *Izucsenyije Misci*, Medgiz, 1946. (Ford. Milica Ny. Ljubimova.)
7. The Nomination Database for the Nobel Prize in Physiology and Medicine, 1901–1953. Letöltéshető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/nomination/country.html.
8. Akademi Alekszandr Alekszandrovics Bajev: Ocserki. Perepizska. Voszpominanyija, Moszkva, Nauka, 1997.
9. Engelhardt: Life and Science, 2.

Ida és Walter Noddack

1. Ida Noddack: Über das Element 93. *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, 1934. 47, 653.
2. Ida Noddack történetének nagy irodalma van, itt csak néhány hivatkozást említünk.
3. J.-P. Adloff magánközlése e-mailben, 2012. szeptember 5.
4. B. Van Tiggelen, A. Lykknes: Ida and Walter Noddack Through Better and Worse. An Arbeitsgemeinschaft in Chemistry. In: A. Lykknes et al. (eds): *For Better or Worse. Collaborative Couples in the Sciences*. Science Networks, Historical Studies 44, Basel, Springer, 2012. 103–147, 113.
5. E. B. Hook: Interdisciplinary Dissonance and Prematurity. Ida Noddack's Suggestion of Nuclear Fission. In: E. B. Hook (ed.): *Prematurity in Scientific Discovery. On Resistance and Neglect*, University of California Press, 2002. 124–148.
6. Laura Fermi: *Atoms in the Family. My Life with Enrico Fermi*. University of Chicago Press, 1954. 157.
7. Ida Noddack: Remarks on the Work of O. Hahn, L. Meitner, and F. Strassmann on Products Formed in Irradiation of Uranium. *Naturwissenschaften*, 1939. 27, 212–213.

Néhány megjegyzés

1. Lily Yan életrajza a Grube Alap honlapján: <http://gruber.yale.edu/neuroscience/lily-jan> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 18.).
2. Y. Bhattacharjee: The Cost of a Genuine Collaboration. *Science*, 2008. 320, 859.
3. Nancy Jenkins e-mailje, 2011. július 11. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a levelezésből származik.
4. J. Kaiser: Texas's \$3 Billion Fund Lures Scientific Heavyweights. *Science*, 2011. 332, 1019–1020.

A csúcson

1. James D. Watson: *A kettős spirál. Személyes beszámoló a DNS szerkezetének felfedezéséről*. Budapest, Gondolat Könyvkiadó, 1970. (Ford. Korányi Tamás.)
2. Brenda Maddox: *Rosalind Franklin. The Dark Lady of DNA*. Harper Perennial, 2003; Anne Sayre: *Rosalind Franklin and DNA*. W. W. Norton and Co. 2000.
3. Ruth Lewin Sime: *Lise Meitner. A Life in Physics*. University of California Press, 1997; Patricia Rife, John A. Wheeler: *Lise Meitner and the Dawn of the Nuclear Age*. Birkhauser, 1999.
4. Ingmar Bergström: Ársberättelse 1999, Kungl. Vetenskapsakademiens (svédül, Yearbook 1999 of the Royal Swedish Academy of Sciences), 1999. 17–25. Lásd még Hargittai István: *Út Stockholmba. Tudósok és Nobel-díjak*. Budapest, Galenus, 2004. 262–266, 318., 51. és 52. jegyzet. Ingmar Bergström professzor nagylelkűen férjemnek adta előadásának és nyomtatásban megjelent előadásának angol fordítását.
5. Georgina Ferry: *Dorothy Hodgkin. A Life*. Granta Books, 1998. 402–403.
6. Patricia Parratt Craig: Jumping Genes. Barbara McClintock's Scientific Legacy. *Perspectives in Science*. 1994. 6, 6.
7. Fred Hutchinson Cancer Research Center, Dr. Linda Buck, 2004 Nobel Laureate. <https://www.fhrc.org/en/about/honors-awards/nobel-laureates/linda-buck.html> (utolsó letöltés: 2014. január 17.).
8. The 2008 Nobel Prize in Physiology or Medicine. Sajtóközlemény. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2013. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2008/press.html (utolsó letöltés: 2014. január 27.).
9. The 2009 Nobel Prize in Physiology or Medicine. Sajtóközlemény. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2013. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2009/press.html (utolsó letöltés: 2014. január 22.).

Jocelyn Bell Burnell

1. Magdolna Hargittai: Freeman Dyson. In: Magdolna Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 440–477, 477.
2. Magdolna Hargittai: Jocelyn Bell Burnell. *Candid Science IV*. 638–655, 640.
3. Istvan Hargittai: Anthony Hewish. *Candid Science IV*. 626–637, 632.
4. Hargittai: Jocelyn Bell Burnell, 641.
5. Ibid. 652–653.
6. Magdolna Hargittai: Joseph H. Taylor. *Candid Science IV*. 656–669, 661.
7. Hargittai: Jocelyn Bell Burnell, 654.
8. Hargittai István: *Út Stockholmba. Tudósok és Nobel-díjak*. Budapest, Galenus, 2004. 25–26.
9. Hargittai: Anthony Hewish. *Candid Science IV*. 633.
10. Jocelyn Bell: the true star, *Belfast Telegraph*, 2007, június 13., szerda. Letölthető: <http://www.belfasttelegraph.co.uk/lifestyle/jocelyn-bell-the-true-star-13450159.html#ixzz2Hn2jvFqK>
11. Hargittai: *Út Stockholmba*. 271.
12. Hargittai: Jocelyn Bell Burnell, 648.
13. Ibid. 646.

Yvonne Brill

1. http://www.uspto.gov/about/nmti/NMTI_Announcement.jsp (utolsó letöltés: 2012. április 22.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Yvonne Brill-lel skillmani otthonában (New Jersey állam), 2000. április 28. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
3. Monica Hesse: The National Inventors Hall of Fame induct 16 to its 2010 class. *The Washington Post*, 2010. április 1. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/03/31/AR2010033102355.html> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 10.).
4. Douglas Martin: Yvonne Brill, a Pioneering Rocket Scientist, Dies at 88. *The New York Times*, 2013. március 30. http://www.nytimes.com/2013/03/31/science/space/yvonne-brill-rocket-scientist-dies-at-88.html?pagewanted=all&_r=0 (javított változat; utolsó letöltés: 2013. augusztus 10.).

Mildred Cohn

1. Istvan Hargittai: Paul Boyer. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science III. More Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2003. 268–279, 274.
2. Magdolna Hargittai: Mildred Cohn. In: *Candid Science III*. 250–267, 257.
3. Ibid. 262.
4. Ibid. 263.
5. Ibid. 263.
6. Ibid. 266.

Gertrude Elion

1. Istvan Hargittai: Gertrude B. Elion. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science. Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2000. 54–71, 71.
2. Ibid. 68.
3. Ibid. 59–60.
4. George Hitchings: Banquet Speech. In: Tore Frängsmyr (ed.): *Les Prix Nobel. The Nobel Prizes 1988*. Stockholm, Nobel Foundation, 1989.
5. Hargittai: Gertrude B. Elion, 69.
6. Ibid. 70.

Mary Gaillard

1. Roger Bingham: The Science Studio. Interview with Leon Lederman. <http://thesciencenetwork.org/media/videos/2/Transcript.pdf> (utolsó letöltés: 2013. október 20.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Mary Gaillard-ral, Berkeley (Kalifornia állam), 2004. február 19. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
3. Mary, K. Gaillard: Report on Women Scientific Careers at CERN, 1980. Letölthető: <http://ccd-b5fs.kek.jp/cgi-bin/img/allpdf?198006143>.
4. Gaillard: Report on Women, 4.
5. M. K. Gaillard, B. W. Lee: Rare Decay Modes of the K Mesons in Gauge Theories. *Phys. Rev. D*10, 1974. 897.

Maria Goeppert Mayer

1. Joan Dash: *A Life of One's Own. Three Gifted Women and the Men They Married*. New York, Harper and Row, 1973. 238.
2. Lisa Yount: *Contemporary Women Scientists*. American Profiles, Facts on Life, Inc. 1994. Maria Goeppert Mayer, 13–25. 15.
3. Robert G. Sachs: Maria Goeppert Mayer: 1906–1972. In: Edward Shils (ed.): *Remembering the University of Chicago. Teachers, Scientists, and Scholars*. The University of Chicago Press, 1991. 317–337, 320.
4. Peter Mayer: *Son of (Entropy)2*, AuthorHouse, 2011. 7.
5. Joseph Mayer, Maria Goeppert Mayer: *Statistical Mechanics*. John Wiley and Sons, 1940.
6. R. G. Sachs: Maria Goeppert Mayer. *Remembering the University of Chicago* 322.
7. Edward Teller (Judith Shooleryvel): *Memoirs. A Twentieth-Century Journey in Science and Politics*. Perseus, 2001. 126.
8. Vivian Gornick: *Women in Science. Then and Now*. The Feminist Press, 2009. 26.
9. Yount: *Contemporary Women Scientists*. 18.
10. Teller: *Memoirs*. 188.
11. Yount: *Contemporary Women Scientists*. 19.
12. Sharon Bertsch McGrayne: *Nobel Prize Women in Science. Their Lives, Struggles, and Momentous Discoveries*. Carol Publ. Group, 1993. 196.
13. Robert G. Sachs: Maria Goeppert Mayer: 1906–1972. *Biographical Memoirs*, 1979. 50. köt. National Academy of Sciences, 309–328, 322.
14. Sachs: Maria Goeppert Mayer, *Remembering the University of Chicago*. 333.
15. Yount: *Contemporary Women Scientists*. 23.
16. Gabor: *Einstein's Wife*. 141.
17. Mayer: *Son of (Entropy)2*. 4.
18. Nancy Thorndike Greenspan: *The End of the Certain World. The Life and Science of Max Born*. Basic Books, 2005. 158.
19. Hargittai István: *Teller*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2011.
20. Maria Goeppert Mayer, Hans D. Jensen: *Elementary Theory of Nuclear Shell Structure*. John Wiley and Sons, 1955.
21. Dash: *A Life of One's Own*. 276.
22. Idézi Gabor: *Einstein's Wife*. 138.
23. Karen Johnson: Science at the Breakfast Table. *Phys. Perspect.*, 1999. 1, 22–34, 32.
24. Gabor: *Einstein's Wife*. 103.

Darleane C. Hoffman

1. Magdolna Hargittai: Darleane C. Hoffman. In: Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2006. 458–479, 466.
2. Ibid. 472–473.
3. Ibid. 467.
4. Ibid. 478–479.

Hugonnai Vilma

1. A Hugonnai Vilmáról található információk forrása:
 - Balogh Margit, Palasik Mária (eds): *Nők a magyar tudományban*. Budapest, Napvilág Kiadó, 2010. 316.
 - http://hu.wikipedia.org/wiki/Hugonnai_Vilma (utolsó letöltés: 2013. augusztus 2.).
 - Kertész Erzsébet: *Vilma doktorasszony. Az első magyar orvosnő életregénye*. Pécs, Jelenkor Kiadó, 1998.

Frances Oldham Kelsey

1. Morton Mintz: „Heroiné” of FDA Keeps Bad Drug Off of Market. *Washington Post*, 1962. július 15. A1.
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Frances O. Kelsey-vel, 2000. április 6, Rockville (Maryland)
3. Frances Kelsey: An Assembly Talk at the National Cathedral School. 1967. január 31. Frances O. Kelsey magánközlése, 2000. április 16.
4. Frances O. Kelsey: Denial of approval for thalidomide in the U.S. In: *Medicine and Health Since World War II. Four Federal Achievements*. Bethesda, MD, National Library of Medicine, 1993. december 9.
5. Daniel Carpenter: *Reputation and Power. Organizational Image and Pharmaceutical Regulation at the FDA*. Princeton University Press, 2010. 230.
6. Carpenter: *Reputation and Power*. 248.
7. Angus Crawford: Brazil's new generation of Thalidomide babies. *BBC News Magazine*, 2013. július 24. <http://www.bbc.co.uk/news/magazine-23418102>; Michael Winerip: The Death and Afterlife of thalidomide. *The New York Times*, 2013. szeptember 23. <http://www.nytimes.com/2013/09/23/booming/the-death-and-afterlife-of-thalidomide.html> (utolsó letöltés mindkettő esetében: 2013. november 8.).
8. Gardiner Harris: The Public's Quiet Savior From Harmful Medicines. *The New York Times*, 2013. szeptember 23. <http://www.nytimes.com/2010/09/14/health/14kelsey.html> (utolsó letöltés: 2013. november 8.).

Olga Kennard

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Olga Kennarddal, 2000. március 2. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
2. <http://www.ccdc.cam.ac.uk/Solutions/CSDSystem/Pages/CSD.aspx> (utolsó letöltés: 2013. április 9.).

Kuroda Reiko

1. Istvan Hargittai: Reiko Kuroda. In: István Hargittai (Magdolna Hargittai ed.): *Candid Science III. More Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2003. 466–471. 467.
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Reiko Kurodával, 2000. szeptember 16. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
3. Levélváltás Reiko Kurodával, 2013.
4. Hargittai: Reiko Kuroda, 471.

Nicole M. Le Douarin

1. http://www.inamori-f.or.jp/laureates/k02_a_nicole/ctn_e.html (utolsó letöltés: 2013. március 27.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Nicole Le Douarinnal, 2000. október 24. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
3. <http://www.youtube.com/watch?v=Our-x4WS4JI> (utolsó letöltés: 2012. március 27.).
4. Nicole M. Le Douarin: *The Neural Crest*. Cambridge University Press, 1982. Második kiadás: Nicole Le Douarin, Chaya Kalcheim, 2009.

Rita Levi-Montalcini

1. Magdolna Hargittai: Rita Levi-Montalcini. In: Istvan Hargittai, (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science II. Conversations with Famous Biomedical Scientists*. London, Imperial College Press, 2002. 364–375, 367.
2. Rita Levi-Montalcini – életrajz. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2013. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1986/levi-montalcini-bio.html (utolsó letöltés: 2013. december 29.).
3. Hargittai: Rita Levi-Montalcini, 371.
4. Rita Levi-Montalcini: *In Praise of Imperfection*. Basic Books, 1989. (Olaszul: *Elogio dell'imperfezione*. Garzanti Editore, 1987.)
5. Rita Levi-Montalcini: From Turin to Stockholm via St. Louis and Rio de Janeiro. *Science*, 2000. 287, 809.
6. Joachim Peitzsch: Neighbourhood Growth Scheme. „The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1986”. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1986/speedread.html (utolsó letöltés: 2013. április 1.).
7. Tore Frängsmyr (editor-in-charge), Jan Lindsten (ed.): *Nobel Lectures. Physiology or Medicine 1981–1990*. Singapore, World Scientific Publishing Co., 1993.
8. John Harris: The question: Is love just a chemical? *The Guardian*, 2005. november 29. <http://www.guardian.co.uk/education/2005/nov/29/research.highereducation1> (utolsó letöltés: 2013. április 1.).
9. Rita Levi-Montalcini: *The Saga of the Nerve-Growth Factor*. World Scientific, 1997.
10. David Ottoson: The unraveling of the code of nerve growth. A modern Saga of the dedication to science. *Brain Research Bulletin*, 1999. 50, 5–6. sz. 473–474, 473.
11. Hargittai: Rita Levi-Montalcini, 371–372.
12. Alison Abbott: One Hundred Years of Rita. *Nature*, 2009. 458, 564–567., április 2.
13. Hargittai: Rita Levi-Montalcini, 374–375.

Jennifer L. McKimm-Breschkin

1. J. L. McKimm-Breschkin: Influenza. A Cure from Structural Chemistry. *The Chemical Intelligencer*, 2000. 6, 43–46, 45.
2. McKimm-Breschkin: *Chem. Int.*, 46.

Anne McLaren

1. P. Burgoyne, P.: Anne McLaren 1927–2007. *Nature Genetics*, 2007. 39(9), 1041.

2. H. M. Blau: Anne McLaren (1927–2007). *Differentiation*, 2007. 75, 899–901, 900.
3. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Anne McLarennel, Cambridge, 2004. június 30. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
4. J. Biggers: Dame Anne McLaren. *The Guardian*, 2007. július 9., hétfő.
5. A. McLaren, D. Michie: Current Trend of Genetical Research in Hungary. *Nature*, 1954. 174, 390–391.
6. A. Murray: Letter. Donald Michie and Anne McLaren. *The Guardian*, 2007. július 10., kedd.
7. S. G. Vasetzky, A. P. Dyban, A. V. Zelenin: *Russ. J. Developmental Biology*, 2008, 39(2), 125–126.
8. <http://www.gurdon.cam.ac.uk/anne-mclaren.html> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 3.).
9. Biggers: Dame Anne McLaren.

Christiane Nüsslein-Volhard

1. Editorial. Pattern Recognition and Gestalt Psychology. The Day Nüsslein-Volhard Shouted „Toll!“. *The FASEB Journal*, 2010. 24, 2137–2141. Letölthető: www.fasebj.org/content/24/7/2137.full.pdf.
2. Magdolna Hargittai: Christiane Nüsslein-Volhard. In: Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2006. 134–151, 137.
3. Ibid. 144.
4. Ibid. 145–146.
5. Ibid. 147.
6. C. Nüsslein-Volhard: Women in science – passion and prejudice. *Cell*, 2008. 18(5), R185–187.
7. C. Nüsslein-Volhard: Women in science, R185.

Sigrid Peyerimhoff

1. P. A. M. Dirac: Quantum Mechanics of Many-Electron Systems. *Proc. Roy. Soc. A*, 1929. 123, 714–733.
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Sigrid Peyerimhoff-fal, Bonn, 1999. június 18. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.

Miriam Rothschild

1. Martin Douglas: Miriam Rothschild, High-Spirited Naturalist, Dies at 96. *The New York Times*, 2005. január 25.
2. Eugene Garfield: A Tribute to Miriam Rothschild. *Entomologist Extraordinaire. Essays of an Information Scientist*, 1984. 7, 120–127., *Current Contents*, 1984. 17, 3–10.
3. Miriam Rothschild, Peter Marren: *Rothschild's Reserves. Time and fragile nature*. Harley Books, 1997. 6.
4. Christopher Sykes: *Seven Wonders of the World. Miriam Rothschild, 1–3* (1. rész). <https://www.youtube.com/watch?v=K2VaTmrsFLg> (utolsó letöltés mindhárom rész esetén: 2013. március 30.)
5. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Miriam Rothschilddal, Ashton Wold, 2002, tavasz. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a beszélgetésből származik.
6. Sykes: *Seven Wonders of the World, 1–3* (2. rész).

7. Peter Marren: Dame Miriam Rothschild. Expert on fleas and energetic campaigner for nature preservation. *The Independent*, 2005. január 22.
8. Michael Doves: Dame Miriam Rothschild DBE FRS. <http://downesmichael.blogspot.hu/2011/03/dame-miriam-rothschild-dbe-frs.html> (eredetileg az Oundle Chronicle 2005. tavaszi kiadása számára készült, utolsó letöltés: 2013. április 2.).
9. Miriam Rothschild: My First Book. *The Author*, 1994. tavasz, 11.
10. Ibid.
11. Miriam Rothschild, Theresa Clay: *Fleas, flukes & Cuckoos. A Study of Bird Parasites*. London, Collins, 1952. 56. Idézi: Ref. 2, 122.
12. Idézi Douglas: Miriam Rothschild. *The New York Times*.
13. George H. E. Hopkins, Miriam Rothschild: *An Illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas*, 5 köt. Trustees of the British Museum (Natural History), 1953–1971.
14. Skyes: *Seven Wonders of the World, 1–3* (2. rész).
15. Miriam Rothschild, Peter Marren: *Rothschild's Reserves. Time and fragile nature*. Harley Books, 1997.
16. Miriam Rothschild: *Dear Lord Rothschild. Birds, Butterflies and History*. Hutchinson, 1983.
17. Garfield: A Tribute to Miriam Rothschild, 120.

Vera C. Rubin

1. Magdolna Hargittai: Vera C. Rubin. In: Balazs Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science V. Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2005. 246–265, 248.
2. Ibid. 253.
3. Ibid. 253.
4. Ibid. 254.
5. Ibid. 256.
6. Ibid. 256.
7. Ibid. 257–258.
8. Ibid. 260.
9. Vera Rubin: An Interesting Voyage. *Ann. Rev. Astro. Astrophys*, 2011. 49, 1–28, 26–27.
10. Hargittai: Vera C. Rubin, 265.

Margarita Salas

1. Jesus Avila. Federico Mayor, Jr.: Obituary. Eladio Viñuela (1937–1999). *Nature*, 1999. 400, 822.
2. Margarita Salas: 40 Years with Bacteriophage Φ 29. *Ann. Rev. Microbiol.*, 2007. 61, 1–22. 2.
3. Hargittai Magdolna: Levélváltás Margarita Salasszal, 2013. szeptember. Az összes hivatkozás nélküli idézet ebből a levélváltásból származik.
4. Salas: 40 Years with Bacteriophage Φ 29, 6.
5. *She Figures 2012. Gender in Research and Innovation*. European Commission, 2013. (2010-es adatok alapján).

Myriam P. Sarachik

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetések Myriam Sarachikkal, 2000. október és 2008. szeptember, New York. Az összes idézet ezekből a beszélgetésekből származik.

Marit Traetteberg

1. Hargittai Magdolna: Beszélés Marit Traetteberggel, Trondheim (Norvégia), 1996. szeptember 15. Az összes idézet ebből a beszélgetésből származik.

Chien-Shiung Wu

1. Noemie Benczer-Koller: Chien-Shiung Wu (1912–1997). In: *Biographical Memoirs*. Washington, DC, National Academy of Sciences, 2009. 1–17. Letölthető: <http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/wu-chien-shiung.pdf>.
2. További részletek a kísérletről; lásd Magdolna Hargittai: Credit Where Credit's Due? *Physics World*, 2012. szeptember, 38–42.
3. C. N. Yang: The Law of Parity Conservation and Other Symmetry Laws of Physics. In: Nobel Lectures Physics, 1942–1962. Singapore, World Scientific, 1964. Letölthető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1957/yang-lecture.pdf.
4. C.-S. Wu: Discovery Story I. One Researcher's Personal Account. In: Bogdan Maglich (ed.): *Adventures in Experimental Physic*. Gamma Volume. Princeton, NJ, World Science Education, 1973. 101–123.
5. Lásd még E. Ambler, M. A. Grace, H. Halban, N. Kurti, H. Durand, C. E. Johnson, H. E. Lerner: Nuclear Polarization of Cobalt-60. *Philosophical Magazine*, 1953. 44, 216–218.
6. C. S. Wu, E. Ambler, R. W. Hayward, D. D. Hoppes, R. P. Hudson: Experimental Test of Parity Violation in Beta Decay. *Phys. Rev.*, 1957. 105, 1413–1415.
7. R. L. Garwin, L. M. Lederman, M. Weinrich: Observation of the Failure of Conservation of Parity and Charge Conjugation in Meson Decays. *Phys. Rev.*, 1957. 105, 1415–1417.
8. J. I. Friedman, V. L. Telegdi: Nuclear Emulsion Evidence for Parity Nonconservation in the Decay Chain $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$. *Phys. Rev.*, 1957. 105, 1681–1682.
9. Anders Bárány magánközlése, 2012. március 20.
10. Magdolna Hargittai, István Hargittai: Leon M. Lederman. In: Magdolna Hargittai, István Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 142–159.
11. Hargittai: Credit Where Credit's Due?
12. Hargittai: Jerome I. Friedman. In: *Candid Science IV*, 64–79, 74.
13. Hargittai: Val L. Fitch. In: *Candid Science IV*, 192–213, 206–207.
14. Wu: One Researcher's Personal Account, 102.
15. R. L. Garwin, T. D. Lee: Chien-Shiung Wu. Megemlékezés. *Physics Today*, 1997. 50, 120–122, 121.

Rosalyn Yalow

1. István Hargittai: Rosalyn Yalow. In: István Hargittai (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science II. Conversations with Famous Biomedical Scientists*. London, Imperial College Press, 2002. 518–523, 520.
2. Joan Dash: *The Triumph of Discovery. Women Scientists Who Won the Nobel Prize*. Englewood Cliffs, NJ, Julian Messner, 1991. 42.
3. Denis Gellene: Rosalyn S. Yalow, Nobel Medical Physicist, Dies at 89. *The New York Times*, 2011. június 1.
4. Hargittai: Rosalyn Yalow, 521.

5. Ibid. 521.
6. Ibid. 523.
7. Dash: *Triumph of Discovery*. 50.
8. Ibid. 50.
9. McGrayne: *Nobel Prize Women in Science*. 343.
10. A felfedezés akkora újdonság volt, hogy a *Science* című folyóirat visszautasította a munkájukról beszámoló cikket. Végül a *Journal of Clinical Investigation* járult hozzá a dolgozat közléséhez – azzal a feltétellel, hogy az „insulin-binding antibody” (inzulinhoz kötődő antitest) kifejezést törlik a címből: S. A. Berson, R. S. Yalow, A. Bauman, M. A. Rothschild, K. Newerly: Insulin-^I¹³¹ Metabolism in Human Subjects. Demonstration of Insulin Binding Globulin in the Circulation of Insulin-Treated Subjects. *J. Clin. Invest.*, 1956. 35, 170–190.
11. Eugene Straus: *Rosalyn Yalow Nobel Laureate. Her Life and Work in Medicine*. New York, Plenum Trade, 1998. 151.
12. Hargittai: Rosalyn Yalow, 523.
13. Magdolna Hargittai: Mildred S. Dresselhaus. In: Magdolna Hargittai, István Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 546–569, 548.
14. Straus: *Rosalyn Yalow Nobel Laureate*. 244.
15. Ibid. 247.
16. R. S. Yalow: Radioimmunoassay. A Probe for Fine Structure of Biologic Systems. Nobel Lecture, 1977. december 8., 447–469. 449.
17. Straus: *Rosalyn Yalow Nobel Laureate*. 13. fejezet.
18. Hargittai: Rosalyn Yalow, 522.
19. Ibid. 522.
20. Dash: *Triumph of Discovery*. 53.
21. Hargittai: Mildred S. Dresselhaus, 549.
22. Straus: *Rosalyn Yalow Nobel Laureate*. 224.

Ada Yonath

1. Royal Swedish Academy of Sciences. The Key to Life at the Atomic Level, 2009. Letölthető: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2009/popular-chemistryprize2009.pdf.
2. Magdolna Hargittai: Ada Yonath. In: István Hargittai, Magdolna Hargittai: *Candid Science VI. More Conversations with Famous Scientists*. London, Imperial College Press, 2006. 388–401, 394.
3. Ibid. 391.
4. Ibid. 391–393.
5. Ibid. 393.
6. Ibid. 397.
7. Ibid.
8. Ibid. 400.
9. Lou Woodley: An Interview with Ada Yonath, 2010. július 20. <http://lindau.nature.com/lindau/2010/07/an-interview-with-ada-yonath/> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 17.).
10. Kathleen Raven: Ada Yonath and the Female Question, 2013. július 11. <http://lindau.nature.com/lindau/2013/07/ada-yonath-and-the-female-question/> (utolsó letöltés: 2013. augusztus 17.).

Orosz kutatónők

1. Michael D. Gordin, Karl Hall, Alexei Kojevnikov: *Intelligentsia Science. The Russian Century, 1860–1960*. Chicago, University of Chicago Press, 2008.
2. Ann Hibner Koblitz: *Science, Women, and Revolution in Russia*. Amsterdam, Harwood Academic, 2000.
3. Olga Valkova: The Conquest of Science. Women and Science in Russia: 1860–1940. In: *Intelligentsia Science*, 136–165, 136.
4. Szvetlana A. Szcicseva: *Zsencsini v rossziszkoj nauke. Rol i szocialnij sztatusz*, Moszkva, NIA-Priroda, 2005.
5. Koblitz: The Mystification of Sofia Kovalevskaia. In: *Science, Women, and Revolution in Russia*, 105–135, 127.
6. Valkova: Conquest of Science, 143–147, 163–164.
7. A. Sz. Kotyelnikova, V. G. Tronyev: Iszledovanyije kompleksznih szoegyinyenyii dvuhvalentno renija. *Zs. Nyeorg. Him.*, 1958. 3, 1008.
8. *Lásd* I. Hargittai: The Beginnings of Multiple Metal-Metal Bonds. In: István Hargittai (Magdolna Hargittai, ed.): *Candid Science. Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2001. 246–249.

Irina P. Beleckaja

1. Hargittai Magdolna: Levélváltás Irina Beleckajával. Az összes idézet ebből a levelezésből származik.

Rahil H. Freidlina

1. A. B. Terentyev: Kratkij ocserk naucsnoj gyejatyelnosztyi cslena-korreszpondenta AN SZSZ-SZR R. H. Freidlinoj. In: L. A. Kalasnyikova, N. M. Anszeroва (eds.): *Rahil Hackelevna Freidlina (1906–1986)*. Moszkva, Nauka, 2004. 5–42, 37. Itt Terentyev Rahil Freidlina egyik legközelebbi barátja és munkatársa, Emma M. Brajnyina visszaemlékezésére utal.
2. Terentyev: Kratkij ocserk, 38.

Jelena G. Galpern

1. Hargittai István, Hargittai Magdolna: *Szimmetriák a felfedezésben*. Budapest, Vince Kiadó, 2003. 60–86, elsősorban, 71.
2. D. A. Bocsvár, J. G. Galpern: O hipotyetyicseszkih szisztyemah. Karbododekaedre, sz-ikoszaedre i karbo-sz-ikoszaedre. *Dokladi Akagyemii nauk SZSZSZR*, 1973. 209, 610–612.

Irina G. Gorjacseva

1. 2009 Tribology Gold Medal, <http://www.imeche.org/knowledge/industries/tribology/prizes-and-awards/all-tribology-gold-medal-laureates/2009TGM> (utolsó letöltés: 2013. szeptember 27.).
2. Az összes hivatkozás nélküli idézet 2013. évi levelezésünkéből származik.
3. 2009 Tribology Gold Medal.

Antonyina F. Prihotko

1. B. Sz. Gorobec: *Szekeretnie fiziki iz atomnovo projekta SZSZSZR: Szemja Lejpunszkih*. Moszkva, Librokom, 2009. 140.
2. Gorobec: *Szekeretnie fiziki*. 87.

Indiai kutatók

1. List of countries by literacy rate. *Wikipedia*. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_literacy_rate (utolsó letöltés: 2013. augusztus 3.).
2. Rohini Godbole, Ramakrishna Ramaswamy (eds): *Lilavati's Daughters. The Women Scientists of India*. Bangalore, Indian Academy of Sciences, 2008.
3. P. Thakar: Anandi Gopal. In: *Lilavati's Daughters*. 13–16.
4. C. V. Subramanian: Edavaletth Kakkat Janaki Ammal. In: *Lilavati's Daughters*. 1–4.
5. C. D. Darlington, E. K. Janaki Ammal: *The Chromosome Atlas of Cultivated Plants*. London, Allen & Unwin, 1945.
6. Subramanian, in: *Lilavati's Daughters*. 4.
7. S. C. Pakrashi: Asima Chatterjee. In: *Lilavati's Daughters*. 9–12.
8. Asima Chatterjee, Satyesh Chandra Pakrashi: *The Treatise on Indian Medicinal Plants*, 6 kötet. New Delhi, National Institute of Science Communication and Information Resources, 1991–2001.

Charusita Chakravarty

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Charusita Chakravartyval, Delhi, 2011. szeptember 27.

Rohini Godbole

1. G. N. Prashanth: IISc Prof Does India Proud at CERN. *The Times of India*, 2011. november 9.
2. Másik példa: Chasing the One Trillion Trillionth of a second. *The Hindu*, 2012. január.
3. Malini Nair: The Higgs Hunt Is Over, but a New Journey Has Begun. *The Times of India*, 2012. július 7.
4. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Rohini Godboléval, Bengaluru, 2011. szeptember 21.

Shobhana Narasimhan

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Shobhana Narasimhannal, Bengaluru, 2011. szeptember 20.

Sulabha Pathak

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Sulabha Pathakkal, Mumbai, 2011. szeptember 23.
2. S. Pathak, U. Palan: *Immunology. Essential and Fundamental*. Enfield, NH, Science Publishers, 2005. Átdolgozott kiadás: Tunbridge Wells, UK, Anshan, 2011.

Riddhi Shah

1. Riddhi Shah: New Challenges Ahead. In: *Lilavati's Daughters*. 276.
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Riddhi Shah-val, Delhi, 2011. szeptember 27.

Shobhona Sharma

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Shobhona Sharmával, Mumbai, 2011. szeptember 23.

Vidita Vaidya

1. Levélváltás Vidita Vaidyával, 2012. január.

Néhány megjegyzés

1. Köszönetet mondok Shobhana Narasimhannak és Rohini Godbolénak a kérdéskörrel folytatott hasznos beszélgetésért.
2. Rohini Godbole tájékoztatása alapján.
3. Hargittai: Beszélgetés Charusita Chakravartyval.
4. Ibid.
5. Ibid.

Török kutatónők

1. Çiğdem Kağıtçıbaşı: Caution. Men at Work. *Nature*, 2008. 456, 12–14. <http://www.nature.com/nature/journal/v456/n1s/full/twas08.12a.html> (utolsó letöltés: 2013. szeptember 14.). Utalás erre: Blitz, R. C., 1970.
2. *She Figures 2012*. 90, 3.1. táblázat. Letölthető: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/she-figures-2012_en.pdf.
3. Elsősorban a következő hivatkozások alapján: A. Tatli, M. F. Özbilgin, F. Küskü: Gendered Occupational Outcomes from Multilevel Perspectives. The Case of Professional Training and Work in Turkey, 10. fejezet. In: H. M. G. Watt, J. S. Eccles (eds): *Gender and Occupational Outcomes. Longitudinal Assessment of Individual, Social, and Cultural Influences*. Washington, DC, American Psychological Association, 2008. 405–449. http://www.academia.edu/345483/Gendered_Occupational_Outcomes_the_case_of_professional_training_and_work_in_Turkey (utolsó letöltés: 2013. szeptember 15.); Asia. Shaking up Tradition. In: *Beating the Odds. Remarkable Women in Science*. Science/AAAS and L’Oreal Foundation, 2008. http://sciencecareers.sciencemag.org/tools_tips/outreach/loreal_wis/asia_shaking_up_tradition (utolsó letöltés: 2013. szeptember 13.); Gülsün Sağlamer: Women Academics in Science and Technology with Special Reference to Turkey. In: L. Ambrosi, G. Trisorio-Liuzzi, R. Quagliarillo, L. Santelli Beccegato, C. Di Benedetto, F. Losurdo (eds): *Women Status in the Mediterranean. Their Rights and Sustainable Development*. Bari, Italy, Mediterranean Agronomic Institute of Bari, 2009. 45–61.
4. Kağıtçıbaşı: Caution. Men at Work, 12
5. *She Figures 2012*. 93, 3.2. táblázat.
6. Employment rate, by sex, 2012. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&language=en&pcode=tsdec420&tableSelection=3&footnotes=yes&labeling=label_s&plugin=1 (utolsó letöltés: 2013. szeptember 15.).
7. Women in Statistics, 2012. http://www.turkstat.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=11&KITAP_ID=238 (utolsó letöltés: 2014. szeptember 13., erről az oldalról pdf-fájl is letölthető).

Sezer Şener Komsuoğlu

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Sezer Komsuoğluval, Isztambul, 2008. november 12. Az összes idézet ebből a beszélgetésből származik.

Gülsün Sağlamer

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Gülsün Sağlamerrel, Isztambul, 2008. november 13. Az összes idézet ebből a beszélgetésből származik.

Ayhan Ulubelen

1. G. Topçu, N. Gören, A. Öksüz: Editorial. Special issue in Honour of Professor Aylan Ulubelen. *Phytochemistry Letters* 2011. 4, 389–390, 389.
2. Istvan Hargittai: Ayhan Ulubelen. In: István Hargittai (Magdolna Hargittai ed.): *Candid Science. Conversations with Famous Chemists*. London, Imperial College Press, 2001. 114–121, 115.
3. Ibid. 118–119.
4. Ibid. 119.
5. Ibid. 116.
6. Levélváltás A. Ulubelennel, 2013.

Vezetői állásban

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés James D. Watsonnal, Cold Spring Harbor-i Laboratórium, 2002. március 14.
2. Lynn Harris: Heads of the Class. The Female Presidents of the Ivy League. <http://www.glamour.com/inspired/women-of-the-year/2007/11/female-presidents-of-ivy-league-schools> (utolsó letöltés: 2014. április 14.).
3. Sarah Gibbard Cook: Women Presidents: Now 26.4% but Still Underrepresented. *Women in Higher Education*, 2012. 21(5) 1–3. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/whe.10322/full> (utolsó letöltés: 2014. szeptember 13.).
4. *She Figures 2012. Gender in Research and Innovation*. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/she-figures-2012_en.pdf, 4–1. ábra, 4–1. táblázat, 115–116. (utolsó letöltés: 2013. május 17.).
5. Paul Bateman: Why Are There So Few Female Vice-Chancellors? *The Times Higher Education*, 2013. augusztus 22. <http://www.timeshighereducation.co.uk/features/why-are-there-so-few-female-vice-chancellors/2006576.article> (utolsó letöltés: 2014. március 4.)
6. Ramakrishna Ramaswamy magánközlése, 2014. március 4.
7. *She Figures 2012*, 116.

Catherine Bréchnac

1. Magdolna Hargittai: Catherine Bréchnac. In: Magdolna Hargittai, Istvan Hargittai: *Candid Science IV. Conversations with Famous Physicists*. London, Imperial College Press, 2004. 570–585, 579.
2. Ibid. 571–572.

3. Ibid. 572.
4. Ibid. 572.
5. At the Centre of Revolution in Research. *The Times Higher Education*, 2000. április 14. <http://www.timeshighereducation.co.uk/story.asp?storyCode=151148§ioncode=2> 6 (utolsó letöltés: 2013. január 21.).
6. Catherine Bréchnignac, curriculum vitae. http://www.academie-sciences.fr/academie/membre/BrechignacC_bio0810.pdf (utolsó letöltés: 2014. január 7.).
7. Hargittai: Catherine Bréchnignac, 578.
8. Ibid. 580.
9. Ibid. 581.
10. Ibid. 584.
11. Ibid. 583–584.

France A. Córdova

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés France Córdovával, Fort Lee (New Jersey), 2008. április 2. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Outgoing President of Purdue University, Incoming Chair of the Smithsonian. http://articles.washingtonpost.com/2012-09-10/news/35495344_1_uc-riverside-nasa-physics-and-astronomy (utolsó letöltés: 2013. július 23.).
3. Series Overview, pbs.org, <http://www.pbs.org/breakthrough/resource/prelease.htm> (utolsó letöltés: 2013. július 23.).
4. The 2000 Kilby Laureates. http://www.kilby.org/kl_past_laureates.html (utolsó letöltés: 2013. július 23.).

Marye Anne Fox

1. Seventh Chancellor Guided UC San Diego to Historic Growth and Scholarly Achievement. <http://mafox.ucsd.edu/> (utolsó letöltés: 2013. október 19.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Marye Anne Foxszal, Raleigh (North Carolina), 2000. május 12. Az összes idézet ebből a beszélgetésből származik.

Kerstin Fredga

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Kerstin Fredgával, Stockholm, 2000. szeptember 15. Az összes idézet ebből a beszélgetésből származik.

Claudie Haigneré

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Claudie Haignerével, Párizs, 2003. július 1. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Expedition Three Crew, Soyuz 3 Taxi Flight Crew: Claudie Haigneré (formerly André-Deshays). <http://spaceflight.nasa.gov/station/crew/exp3/taxi3/haignere.html>.
3. Eduard Launet: Claudie Haigneré, sortie du trou noir. *Libération*, 2009. május 29. Angolul: <http://www.liberation.fr/culture/0101570139-claudie-haignere-sortie-du-trou-noir> (utolsó letöltés: 2013. július 28.).

Helena Illnerová

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Helena Illnerovával, Prága, 2001. szeptember 14. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Christian Falvey: Helena Illnerová, the Leading Lady of Czech Science. A Radio Praha interjúja, 2010. szeptember 2. <http://www.radio.cz/en/section/special/helena-illnerova-the-leading-lady-in-czech-science> (utolsó letöltés: 2014. január 19.).

Chulabhorn Mahidol

1. Istvan Hargittai, Magdolna Hargittai: Royal Chemistry: Princess Chulabhorn of Thailand. *The Chemical Intelligencer*, 2000. 6, 25–28, 25.
2. Hargittai: Royal Chemistry, 26.
3. C. Mahidol, H. Prawat, S. Ruchirawat: Bioactive Natural Products from Thai Medicinal Plants. In: Stephen Wrigley (ed.): *Phytochemical Diversity. A Source of New Industrial Products*. London, Royal Society of Chemistry, 1997, 96–105.
4. Hargittai: Royal Chemistry, 27.

Pamela Matson

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Pamela Matsonnal, Palo Alto (Kalifornia), 2009. április 16. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Pamela Matson, Walter Falcon: Why the Yaqui Valley? An Introduction. In: Pamela Matson (ed.): *Seeds of Sustainability. Lessons from the Birthplace of the Green Revolution in Agriculture*. Washington, Island Press, 2011, 2.
3. Matson, Falcon: Why the Yaqui Valley? 3–4.
4. Neeraja Sankaran: Scientist Recipients of MacArthur Fellowships an Eclectic Collection. *The Scientist*, 1995. szeptember 4. <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/17550/title/Scientist-Recipients-Of-MacArthur-Fellowships-An-Eclectic-Collection/> (utolsó letöltés: 2013. október 31.).

Kathleen Ollerenshaw

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Kathleen Ollerenshaw-val, Manchester, 2003. április 29. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Kathleen Ollerenshaw: *To Talk of Many Things. An Autobiography*, Manchester, Manchester University Press, 2004.
3. Catherine Felgate, Edmund Robertson: Kathleen Timpson Ollerenshaw. <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Printonly/Ollerenshaw.html> (utolsó letöltés: 2013. április 12.).
4. Ollerenshaw: *To Talk of Many Things*. 72.
5. Kathleen Ollerenshaw: *Education for Girls*. London, The Conservative Political Centre, 1958.
6. Kathleen Ollerenshaw, Hermann Bondi: *Magic Squares of Order Four*. London, Royal Society, 1982.
7. Kathleen Ollerenshaw, David Bree, Hermann Bondi: *Most-perfect Pandiagonal Magic Squares. Their Construction and Enumeration*. Southend-on-Sea, Institute of Mathematics and its Applications, 1998, 186.
8. Ollerenshaw: *To Talk of Many Things*. 229.

Marianne Popp

1. Department of Terrestrial Ecosystem Research, Faculty of Life Sciences, University of Vienna, Mission Statement. <http://131.130.57.230/cms/index.php?id=90> (utolsó letöltés: 2013. július 25.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Marianne Popp-pal, Bécs, 2001. szeptember 6. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.

Maxine F. Singer

1. National Science Foundation – The President’s National Medal of Science. Recipient Details; Maxine F Singer. http://www.nsf.gov/od/nms/recipient_details.jsp?recipient_id=327 (utolsó letöltés: 2014. április 13.).
2. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Maxine Singerral, Washington, 2000. május 16. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
3. M. Barinaga: Asilomar Revisited. Lessons for Today? *Science*, 2000. 287, 1584–1585.
4. Maxine Singer, Paul Berg: *Genes & Genomes*. Mill Valley, University Science Books, 1991; M. Singer and P. Berg, *Exploring Genetic Mechanisms*, Mill Valley, University Science Books, 1997; Paul Berg, Maxine Singer: *George Beadle. An Uncommon Farmer. The Emergence of Genetics in the 20th Century*. Cold Spring Harbor, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2005; P. Berg, M. Singer: *Dealing with Genes. The Language of Heredity*. Mill Valley, University Science Books, 2008.

Natalja Taraszova

1. NGO Committee on Education – *Our Common Future*. 2. fejezet: Towards Sustainable Development. <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm> (utolsó letöltés: 2013. október 27.).
2. Hargittai Magdolna: Levélváltás Natalja Taraszovával, 2013. október. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a levélváltásból származik.
3. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers, Williams W. Behrens III: *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome’s Project on the Predicament of Mankind*. New York, Universe Books, 1972. Magyarul: *A növekedés határai*. Kossuth Kiadó, Budapest, 1973.

Shirley Tilghman

1. Hargittai Magdolna: Beszélgetés Shirley Tilghmannel, Princeton, 2001. október 25. Az összes idézet, amelyet nem jelzek külön, ebből a beszélgetésből származik.
2. Frederick L. Holmes: *Meselson, Stahl, and the Replication of DNA. A History of „The Most Beautiful Experiment in Biology”*. New Haven, Yale University Press, 2001.
3. MAKERS Profile: Molecular Biologist & Princeton President. Videó; <http://www.makers.com/shirley-tilghman> (utolsó letöltés: 2013. október 17.).

Zárógondolatok

1. Matteo Leone, Nadia Robotti: Frédéric Joliot, Irène Curie and the Early History of the Positron (1932–33). *Eur. J. Physics*, 2010. 31, 975–987.

2. A Study on the Status of Women Faculty in Science at MIT. *MIT Faculty Newsletter*, 1999. március (11, 4.), különszám. <http://web.mit.edu/fnl/women/women.html> (utolsó letöltés: 2014. április 20.).
3. *Lásd például* Carey Goldberg: M.I.T. Admits Discrimination against Female Professors. *The New York Times*, 1999. március 23. <http://www.nytimes.com/1999/03/23/us/mit-admits-discrimination-against-female-professors.html>.
4. A Report on the Status of Women Faculty in the Schools of Science and Engineering at MIT, 2011. http://web.mit.edu/faculty/reports/pdf/women_faculty.pdf (utolsó letöltés: 2014. április 20.).
5. Hargittai Magdolna: Beszélgetés James D. Watsonnal, Cold Spring Harbor-i Laboratórium, 2002. március 14.
6. *She Figures 2012. Gender in Research and Innovation, Statistics and Indicators*. European Commission, 2013. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/she-figures-2012_en.pdf.

MUTATÓ

- I. János Károly 199
II. Erzsébet 140
1851-es (világ)kiállítási ösztöndíj 37
- A kettős spirál* (Watson) 83, 376
A növekedés határai (Meadows et al.) 354, 391
adenozin-trifoszfát (ATP) 32–33, 70–73,
102–104, 143
Adloff, J.-P. 77, 375
Aimé Cotton Laboratórium, Orsay 302
Agnesi, Maria 14
akadályok a kutatóknak előtt 17, 43, 83, 225,
275, 308
Albert, Roland 345
alkimisták 13
Állatgenetikai Intézet (Institute of Animal
Genetics), Edinburgh 171
Általános és Szeretlen Kémiai Intézet,
Moszkva 237
Ambler, Ernest 11, 213
Amerikai Mérnökakadémia (National
Academy of Engineering, NAE) 46,
100–101
Amerikai Orvosi Társaság (American Medical
Association, AMA) 136–138
Amerikai Tudományos Akadémia (National
Academy of Sciences, NAS) 49
Cohn, Mildred 102–103
Cori, Gerty 29
Dresselhaus, Mildred 46
Fox, Marye Anne 312–313
Gaillard, Mary 113
Goldhaber, Gertrude Scharff 52
Jan, Lily 80
Jenkins, Nancy 80
Karle, Isabella 58
Matson, Pamela 333–334
Rubin, Vera, C. 194
Salas, Margarita (külföldi tag) 199
Sarachik, Myriam 201, 204–205
Singer, Maxine 350
Tilghman, Shirley M. (külföldi tag) 360
Wu, Chien-Shiung 216
Yalow, Rosalyn 223
Aminoff-díj 58
Ammal, E. K. Janaki 258–260
antiszemizmus 27, 61, 142, 235
anyagtudomány 249, 312, 320
Applebaum, Rose 191
Argonne Nemzeti Laboratórium 122
Armstrong, Neil 319
Arrhenius, Svante 23
asilomari konferencia 350–351
asztrofizikusok *lásd* fizikusok
Atatürk, Kemal Mustafa 284
atommaghasadás 75, 83
Atommagkutató Intézet (Institute for Nuclear
Studies), Chicago 122
Auschwitzi jegyzőkönyv 61
Axel, Richard 86
Bach Biokémiai Intézet, Moszkva 70–73
Baisden, Patricia 130
Bajev, Alekszandr 72
bakteriofág 198–199
Baló József 30–35
Baló Mátyás 11, 30–31, 34
Baló-féle betegség 30
Banga Ilona 30–35, 71, 82, 364
Banting, Frederick G. 93
Bárány, Anders 11, 93–94
Barnard College 201
Barré-Sinoussi, Françoise 85, 87
Bastiansen, Otto 207–208
Becsületrend (Ordre national de la Légion
d'honneur), Franciaország 154, 303, 319
Beleckaja, Irina P. 239–242
Bell Burnell, Jocelyn 89–95, 365
Bell Laboratóriumok 203
Berg, Otto 76
Berg, Paul 350
Bergström, Ingmar 83–84

- Bernal, J. Desmond 144–145
 Berson, Solomon A. 219–223, 225, 364–365
 Best, Charles 93
 betegségek
 Alzheimer-kór 88, 161
 autizmus 161
 Baló-féle 30
 Burkitt-limfóma 65
 fertőző 221
 herpesz 110–111
 izomsorvadás 104
 köszvény 110–111
 lepra 140
 leukémia, gyerekeknél 107, 110
 mixomatózis 188
 neurodegeneratív rendellenességek 88
 női betegségek 13
 pajzsmirigy működésével kapcsolatos
 221–222
 tuberkulózis 188, 259
 béta-bomlás 211–215
 Bethe, Hans 191
 Bhumibol Adulyadej, Thaiföld királya 330
 Biggers, John D. 170
 Biofizikai Intézet, Rio de Janeiro 160
 biofizikusok *lásd* fizikusok
 Biokémiai Intézet, Moszkva 70–73
 biokémikusok *lásd* kémikusok
 biológiai égés 31
 biológiai óra (cirkadián óra) 325–327
 Biológiai Tudományok Országos Központja
 (National Centre for Biological Studies),
 Bengaluru 258
 biológusok
 botanikusok
 Ammal, E. K. Janaki 258–260
 Popp, Marianne 344–347
 citológusok 259
 entomológusok
 Rothschild, Miriam 183–189
 fejlődésbiológusok
 Le Douarin, Nicole M. 153–157, 171
 Levi-Montalcini, Rita 85, 158–163, 368
 McLaren, Anne 168–173, 368
 genetikusok
 Nüsslein-Volhard, Christiane 85,
 174–178, 367
 immunológusok
 Klein Éva (szül. Fischer) és György
 60–65
 Pathak, Sulabha 269–271
 molekuláris biológusok
 Ljubimova, M. Ny. és Engelhardt, V. A.
 69–74
 Salas, Margarita 196–200, 369
 Sharma, Shobhona 11, 271, 275–277
 Singer, Maxine F. 348–351
 Tilghman, Shirley M. 191, 299, 356–361
 neurológusok
 Haigneré, Claudie 319–323
 Jan, Lily és Yuh Nung 80, 82
 Komsuoğlu, Sezer Şener 286–288, 299
 Moser, May-Britt és Edward 85, 88
 Vaidya, Vidita 278–280
 ökológusok
 Matson, Pamela 333–337, 365
 viroológusok
 McKimm-Breschkin, Jennifer L.
 164–167
 biomechanika 320
 Biopolis, Szingapúr 81
 Birodalmi Fizikai Technikai Intézet (Physika-
 lische Technische Reichsanstalt), Berlin 76
 Black, James W. 108
 Blackburn, Elisabeth, H. 85, 87
 Blau, H. M. 168
 Blau, Marietta 16
 Bletchley Park 172, 186
 Bocsvár, Dmitrij A. 247
 Bohr, Aage 51
 bolhák 184, 186–188
 Bondi, Hermann 342
 Born, Gustav 119
 Born, Max 118–120, 124–125
 botanikusok *lásd* biológusok
 Boyer, Paul D., 102
 Bradbury, Norris 128
 Brache, Sophia 15
 Brache, Tycho 15
 Bréchnignac, Catherine (szül. Teillac) 301–304,
 364, 369
 Bréchnignac, Philippe 303
 Brill, Yvonne (szül. Claeys) 96–101, 364–365,
 368

- Brit Birodalom lovagparancsnoka (nő, Dame Commander of the Order of the British Empire) 338
- Brit Nőszövetség (National Council of Women), Egyesült Királyság 341
- Brockway, Lawrence O. 53, 55
- Brookhaveni Nemzeti Laboratórium (Brookhaven National Laboratory) 50–52, 215, 218, 365
- Brynner, Yul 330
- Buck, Linda B. 85–87
- buckminsterfullerén 45–46
- Burgen, Arnold 143
- Burgoyne, Paul 168
- Burkitt-limfóma 65
- Burroughs Wellcome & Company 108
- Bush, George W. 313
- Bush, George 46, 348
- bűvös négyzetek 342
- C molekula *lásd* buckminsterfullerén
- Căltech *lásd* Kaliforniai Műszaki Egyetem
- Cambridge-i Krisztallográfiai Adatközpont (Cambridge Crystallographic Data Center, CCDC) 144, 150
- Cambridge-i Szerkezeti Adatbázis (Cambridge Structural Database, CSD) *lásd* Cambridge-i Krisztallográfiai Adatközpont
- Cantico di una vita* (Az élet himnusza, Levi-Montalcini) 162
- Carnegie Intézet 190–191, 350
- Cavendish Laboratórium 43, 50, 142
- Cavendish, Margaret 13
- CERN 114–116, 263–264
- Chakravarty, Charusita 11, 261–262, 282
- Chanowitz, Mary 116
- Chanowitz, Michael 116
- Châtelet, Émilie du 14
- Chatterjee, Asima 258, 260
- Chemie Grünenthal 135
- Child, J. M. 340
- Chulabhorn Kutatóintézet 330–332
- cirkuláris dikroizmus (CD) spektroszkópia 147
- cirkadián ritmus *lásd* biológiai óra
- Cité des sciences et de l'industrie 323
- City University of New York (CUNY) 203
- Clark, Hans 28
- Clinton, Bill 58, 113, 116, 130, 194
- CNRS (Centre national de la recherche scientifique, Francia Országos Kutatási Tanács) 114–115, 154–156, 301–303, 320
- Cohen, Stanley 160–161
- Cohn, Mildred 27, 102–103, 105, 368–369
- Cold Spring Harbor-i Laboratórium (Cold Spring Harbor Laboratory, CSHL) 85–86, 198, 299
- Collège de France 154–155
- Colman, Peter 166
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO, ausztrál tudományos-műszaki kutatási szervezet) 165–166
- Container Molecules and Their Guests* (Konténermolekulák és vendégeik, Cram és Cram) 41
- Cooper Union College 224
- Cooper, Philip 191
- Copeland, Neal 80–81
- Córdova, France A. 305–309
- Cori, Carl 19, 26–29, 67, 103
- Cori, Gerty Theresa (szül. Radnitz) 19, 26–29, 67, 85, 103, 197, 223, 364
- Cori-ciklus 28
- Cornforth, John W. 36–39, 364
- Cornforth, Rita (szül. Harradence) 36–39, 364, 368
- Cotton, Albert F. 228, 237–238
- Courant, Richard 118
- Cram, Donald J. 40–41
- Cram, Jane M. (szül. Maxwell) 40–41
- Crick, Francis 67, 226, 228
- Curie, Eugène 23
- Curie, Irène 19, 24–25, 85, 365
- Curie, Jacques 21
- Curie, Marie (szül. Skłodowska) 15–16, 19–25, 85, 364
- Curie, Pierre 15, 19–25, 364
- Curie Intézet 302
- Curl, Robert F. 46, 247–248
- CSIRO *lásd* Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
- Cseh Tudományos Akadémia 328–329
- Csehov, Anton 234

- csillagászok
 Bell Burnell, Jocelyn 89–95, 365
 Fredga, Kerstin 314–318, 368
 Rubin, Vera C. 190–195, 369
 csirke-fürj kimerák 153, 155
- Dartmouth College 354
 Darwin College 354
 Darwin, Charles 226
 de Kruif, Paul 42
Dear Lord Rothschild (Rothschild) 188
 Delbrück, Max 80
 Démokritosz 115
 Dewar, Michael 312
 dezoxiribonukleinsav *lásd* DNS
 Dirac, Paul 119, 180
 diszkrimináció 16, 47–48, 145, 151, 172, 176,
 182, 216, 231, 242, 318, 337, 346, 351, 359,
 366–367
 antiszemitizmus 27, 61, 142, 235
 Brill, Yvonne 99
 Cori, Gerty 29
 Dresselhaus, Mildred 43–44
 Goldhaber, Gertrude Scharff 49
 Hoffman, Darleane 128
 Salas, Margarita 200
 Nüsslein-Volhard 176
- DNS
 fágok 198
 gyógyszerkutatásban 109–111
 információátvitelben 226, 230, 349
 polimeráz 67–68, 199
 rekombináció 350–351, 358
 replikáció 175, 199, 357
 szerkezet 83, 109, 143, 226, 325, 366
 szintézis 67, 197
 tárolás 170
 technika 129, 350
- Doğanca, Solmaz 294
 Douglas repülőgépgyár 97
 Dresselhaus, Gene 42–43, 47
 Dresselhaus, Mildred (szül. Spiewak) 42–43,
 47, 222, 224, 364, 368
Drosophila 175–176
 du Vigneaud, Vincent 103
 Dulbecco, Renato 159
 Dyson, Freeman 89
- Ecevit, Bülent 286
Education for Girls (Lányoktatás, Ollerenshaw)
 341
 egerek a biológiai kutatásban 62, 81, 295
 egyetemek
 Atatürk 287
 Aston, Birmingham 287
 Ausztrál Nemzeti 38
 Bathi 94
 Bázeli 175
 Bécsi 16, 31, 344–345
 Birminghami 287
 Bolognai 13–14
 Bonni 179–180
 Bordeaux-i 353
 Breslauer 16
 Brit Columbia-i 136, 167
 Brooklyni Műszaki 111
 Brown 299
 Budapesti Műszaki 11, 133
 Caltech *lásd* Kaliforniai Műszaki
 Cambridge-i 89, 94, 143, 262, 290, 342
 Chelsea-i Műegyetem (Chelsea Polytech-
 nic) 185
 Chicagói 43–44, 54, 122–123, 136, 212,
 228
 Cincinnati 20, 23, 26, 75, 81, 118
 Clermont-Ferrand-i 154
 Clevelandi Állami 311
 Columbia 103–104, 114, 121–122, 125,
 167, 201–202, 211–213, 215–216,
 218
 Complutense, Madrid 196–197, 199
 Cornell 43–44, 86, 103, 190–161
 Debreceni 31
 Dél-dakotai 136–137
 Dél-kaliforniai 97
 Délkeleti, Nandzsing 216
 Duke 112, 276
 Emori 40
 Erasmus 270
 Észak-karolinai Állami, Raleighben
 310–312, 334
 Észak-karolinai, Chapel Hillben 310–312,
 334
 Frankfurti 174
 Freiburgi 77

- Genfi 234, 263
 George Washington 110, 120, 191
 Georgetown Egyetem 191
 Glasgow-i 90, 287
 Göttingeni 15, 19, 119, 234
 Harvard 16, 267, 270, 299
 Humboldt 73
 Illinois-i, Urbana-Champaign 50, 52, 218
 Indiai Műszaki, Delhi 258, 262, 267
 Indiai Műszaki, Mumbai 265, 273, 277
 Indianai, Bloomington 207, 334
 Indianai–Purdue, Indianapolis (IUPUI) 270
 Iowai Állami, Ames 128
 Isztambuli 284, 287, 293–294, 296
 Isztambuli Műszaki 284, 289, 292
 Johns Hopkins 120–122
 Justus Liebig 180
 Kaliforniai
 Berkeley 44, 113, 116, 120, 127–129, 131, 211, 287, 334, 337
 Los Angeles (UCLA) 40, 98
 Műszaki (California Institute of Technology, Caltech) 80, 98, 211, 305–306
 Riverside 305, 307
 San Diegó 123, 310, 312
 San Francisco 68, 80, 224
 Santa Barbara 262, 305
 Kalkuttai 260
 Karadeniz Műszaki (Karadeniz Teknik Üniversitesi) 286
 Károly Egyetem 325
 Kasetsart, Bangkok 331
 Kazáni Állami Orvosegyetem 70
 Kazáni 69
 Királyi Állatorvosi (Royal Veterinary College) 170
 Leningrádi 70
 Leningrádi Műszaki 255
 Lomonoszov *lásd* Moszkvai Állami Lomonoszov
 Londoni 185–186
 Madridi Autonóm 198
 Mahidol 330–331
 Mainzi 180
 Manchesteri 340–341
 Manitobai, Kanada 96
 Massachusettsi Műszaki (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 16, 92, 228, 261, 366
 McGill 136
 Melbourne-i 165
 Mengyelejev Vegyipari 352–353
 Michigani 53–54, 56, 259–260
 Minnesotai 293
 Monash 165
 Moszkvai Állami Lomonoszov 239–240, 244, 250–253, 255
 Münsteri 345
 New York-i Állami (State University of New York), Stony Brook 265
 New York-i City College (City College of New York, CCNY) 218
 New York-i (New York University, NYU) 108, 197, 276
 Nyitott (Open University) 94
 Oslói 207
 Oregoni Állami (Oregon State University) 334
 Országos Központi, Nanking 210
 Oszakai 29
 Oxfordi 94, 338, 340
 Párizsi 13, 114, 302
 Pennsylvaniai 103, 299, 359
 Pennsylvaniai Állami (Pennsylvania State University) 165, 305–306
 Princetoni 191, 211, 216, 299, 356, 359, 361, 366
 Púnai, India 265
 Purdue 218, 270, 305–306
 Rice 247, 312
 Queen's (Queen's University), Kingston, Ontario állam 357
 Rice 247, 312
 Rochesteri 27, 66
 Salernói 13
 Semmelweis, I. sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézet 34
 Southamptoni 94
 Sussexi 38, 247
 Stanford 66, 68, 305, 333–335, 365
 Stockholmi 15, 217, 234, 315, 317
 Sydneyi 36–38
 Szegedi 31– 32, 34–35

- Tajvani Nemzeti (National Taiwan University) 80
- Temple, Philadelphia 358–359
- Texasi, Austinban 311–312
- Tokiói 146, 148, 150, 331
- Tübingeni 174
- Ulmi 331
- Uppsalai 314
- Utrecthi 315
- Vanderbilt 16
- Washington, St. Louisban 26–27, 29, 66, 103, 159, 197
- Washingtoni 86
- Wisconsini 334
- Yale 229, 278, 349
- Zürichi 132–133
- Einstein, Albert 106, 306
- Einstein-érem 331
- elektromágnesség 44
- Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hatóság (Food and Drug Administration, FDA) 135–136, 365
- elemek eredete 122
- elemi részecskék 50, 115–116, 212, 263
- elemorganikus kémia 245
- Elemorganikus Vegyületek Intézete (INEOSZ) 244
- Élettani Intézet, Prága 325
- Élettani Intézet, Szovjet Tudományos Akadémia 234
- Elion, Gertrude B. 16, 85, 107–112
- Eliot, George 234
- Elkötelezett Tudósok Bizottsága (Committee of Concerned Scientists, Egyesült Államok) 204
- Ellis, John 116, 136–137
- Elméleti és Alkalmazott Mechanika Nemzetközi Szervezete (International Union of Theoretical and Applied Mechanics, IUTAM) 252
- Elméleti és Alkalmazott Mechanika Orosz Nemzeti Bizottsága 252
- elméleti fizikusok *lásd* fizikusok
- elméleti kémikusok *lásd* kémikusok
- emberjogi mozgalom 201
- Embriológiai Intézet (CNRS) 155
- embriológia 155, 159, 170
- Endokrinológia 220, 222
- Engelhardt Molekuláris Biológiai Intézet, Moszkva 73
- Engelhardt, Alina 74
- Engelhardt, Natalja 11, 74
- Engelhardt, Vlagyimir A. 32, 69–74
- Engelhardt–Ljubimova-kísérlet 32–33
- Englert, François 117
- entomológusok *lásd* biológusok
- enzimek
- aktomiozin 33–34
 - Cori-ciklus 28
 - DNS-polimeráz 67–68, 199
 - elasztáz 30, 35
 - enzimaktivitás 71–73
 - foszforiláz 28
 - koleszterinképződés 38
 - miozin 32–34, 71, 73
 - neuraminidáz (NA) 165–166
 - polifoszfát kináz 67
 - telomeráz 87–88
- epidermális növekedési faktor (EGF) 160
- epigenetika 172–173, 279
- építészet 289–290
- erdőirtás 333
- érintkezési mechanika 251–253
- erős kölcsönhatások 212
- etikai kérdések a biológiai kutatásban 350
- Európai Bizottság 367
- Európai Egyetemi Szövetség (European University Association) 290
- Európai Molekuláris Biológiai Laboratórium (European Molecular Biology Laboratory) 175
- Európai Nukleáris Kutatási Szervezet (Centre européen pour la recherche nucléaire) *lásd* CERN
- Európai Női Rektorkok Platformja (European Women Rectors' Platform) 292
- Európai Tudományos, Művészeti és Irodalmi Akadémia (European Academy of Sciences, Arts and Letters) 292
- Európai Unió 300
- Európai Űrügynökség (European Space Agency, ESA) 307, 321–322
- European Society for Engineering Education (mérnökképzést elősegítő európai társaság) 292

- faji törvények 159
 farmakológusok
 Elion, Gertrude B. 16, 85, 107–112
 Kelsey, Frances Oldham 135–140, 147, 365
 fág *lásd* bakteriofág
 Faust, Drew 299
 FDA *lásd* Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési
 Hatóság
 fehér törpék 307
 fehérje-bioszintézis *lásd* riboszóma
 fehérjekrisztallográfia 228
 fejlődésbiológia 149, 153, 175, 321
 fejlődésbiológusok *lásd* biológusok
 felfedezések
 anyagtudományi 249, 312, 320
 biofizikai 228
 biokémiai 71, 86, 166, 325, 349
 bolhákkal kapcsolatos 184, 186–188
 botanikai 344
 buckminsterfullerén 45–46
 csillagászati 15, 89–92, 190–193
 DNS-szerkezettel kapcsolatos 143,
 196–197
 elasztin, elasztáz enzim 30
 endokrinológiai 220
 evolúcióval kapcsolatos
 fejlődésbiológiai 153
 geometriai 55
 idegtudományi 46, 88
 izomkutatási 32–34
 magfizikai 50–51
 maghasadás 24, 75
 mellékvesekéreg hormonjaival kapcsolatos
 188
 sötét anyaggal kapcsolatos 191–195
 szagreceptorok és szaglőrendszerrel kap-
 csolatos 86–87
 számítási kémiai 268
 szupramolekuláris kémiai 40
 agy helymeghatározó rendszerének ~-e 88
 atommag szerkezetének ~-e 51
 gyógyszerek ~-e 110
 közvetlen módszer ~-e a röntgendifrakci-
 óban 56–57
 molekuláris excitonok ~-e 257
 növekedési faktorok ~-e 161
 paritásértés ~-e 213–214
 radioaktív elemek ~-e 24, 76, 219
 sejtek együttműködési módjának ~-e,
 160–161
 telomeráz enzim és telomérák szerepének
 ~-e 87–88
 ugráló gének ~-e 86
 új vegyületek ~-e 237, 240
 félvezetők 44, 203, 311
 fenntartható tudomány 333
 férj támogatása 276, 369
 Fermi, Enrico 43, 75, 78, 119, 121–123, 212
 Fermi, Laura 125
 Fermi-díj 46
 Fermilab 115
 Feynman, Richard 191
 Filliatre, Claude 353
 Finbak, Christen 207
 Fischer, Emil 109, 160
 Fizikai Intézet, Kijev 257
 Fizikai Kémiai Intézet, Freiburg 77
 Fizikai-Műszaki Intézet (MFTI), Moszkva
 252, 256
 fizikusok
 asztrofizikusok
 Córdova, France A. 305–309
 biofizikusok 25, 80
 elméleti fizikusok 104
 Gaillard, Mary 113–117, 364
 Godbole, Rohini 11, 263–266, 364
 Goepfert Mayer, Maria 16–17, 19,
 51–52, 85, 118–126, 364, 366,
 369
 Narasimhan, Shobhana 267–268
 kísérleti fizikusok
 Bréchnignac, Catherine 301–304, 364,
 369
 Curie, Pierre 15, 19–22, 25
 Dresselhaus, Gene 42–43, 47
 Dresselhaus, Mildred (szül. Spiewak)
 42–43, 47, 222, 224, 364, 368
 Joliot-Curie, Frédéric 23–25, 78, 302
 Sarachik, Myriam 201–205, 366
 Wu, Chien-Shiung 17, 52, 210–216,
 365–366
 magfizikusok 25
 Goepfert Mayer, Maria 16–17, 19,
 51–52, 85, 118–126, 364, 366, 369

- Goldhaber, Gertrude Scharff 49–52, 218, 365
- orvosfizikusok
- Yalow, Rosalyn 43, 52, 85, 217–225, 364–365, 369
- részecskefizikusok
- Gaillard, Mary 113–117, 364
- Godbole, Rohini 11, 263–266, 364
- Wu, Chien-Shiung 17, 52, 210–216, 365–366
- fiziológusok 233–234
- Fleas, Flukes and Cuckoos* (Bolhák, mételeyek és kakukkok, Rothschild) 186
- For the Love of Enzymes* (Az enzimek szeretete, Kornberg) 66
- Ford, E. B. 169
- Ford, Gerald 216
- Ford, Ken 192
- forradalmak
- feminista 361
- francia 14
- kémiai 14
- magyar 142
- oroszl 69
- szovjet 17, 69, 233
- török 291
- tudományos 13, 109, 119
- zöld 333
- Fagyott Bárka (Frozen Ark) 170
- Feltalálók Nemzeti Dicsőségcsarnoka (National Inventors Hall of Fame) 101
- Foster, Christian 308
- Foster, Jodie 330
- Fox, Marye Anne 310–313, 369
- földön kívüli civilizációk 91, 307–308
- Francia Köztársaság Becsületrendje (Ordre national de la Légion d'honneur) 154, 303, 319
- Francia Országos Kutatási Tanács *lásd* CNRS
- Francia Nemzeti Úrkutatási Központ (Centre national d'études spatiales, CNES) 319
- Francia Tudományos Akadémia (Académie des Sciences, „Természettudományi Akadémia”) 21, 25, 154, 156–157, 301, 303
- Franck, James 118, 120, 122
- Franklin, Rosalind 17, 83–84
- Fredga, Kerstin 314–318, 368
- Freidlina, Rahil H. 243–245
- Friedman, Jerome 212–214
- Frisch, Otto 75, 129
- Fruton, Joseph 349
- fullerének 45
- Fundamentals in Tribology* (A tribológia alapjai, Gorjaceva) 253
- gazda-vendég kémia 40–41
- Gagarin, Jurij 353
- Gage, Matilda Joslyn 22
- Gaillard, Jean-Marc 114
- Gaillard, Mary (szül. Ralph) 113–117, 364
- galaxisok 190, 192
- Galin, Lev A. 251
- Galpern, Jelena G. 246–248
- Gamow, George 190–191
- Garwin, Richard L. 11, 202–203, 212–214
- gázfázisú elektrondiffrakció 53, 55, 206–207
- Geiling, Eugene M. K. 136
- Geim, Andre 46
- Gell-Mann, Murray 115, 117
- genderkérdések *lásd* nemi megkülönböztetés
- genetika 62, 81, 86, 156, 168–175, 199, 226–227, 279, 325, 349–350,
- genetikai kód 227, 349, 358
- génkifejeződés 172
- géntechnológia 331, 350–351
- Geokémiai Intézet, Bamberg, Németország 77
- geokémikusok *lásd* kémikusok
- Gépészmérnöki Intézet (Institute of Mechanical Engineers), London 249, 254
- Gépészmérnökök 100, 238, 249, 289, 364
- Gerlach, Walter 49
- Ghoshal, Debashis 273
- Gillray, James 111
- Girton College 15, 339
- Glamour* (magazin) 299
- Glaxo Wellcome Co. 107
- Godbole, Rohini 11, 263–266, 364
- Goddard Úrközpont, NASA 99, 305–308, 315, 333–334, 337
- Goeppert Mayer, Maria 16–17, 19, 51–52, 85, 118–126, 364, 366, 369
- Goeppert, Friedrich 118–119
- Goldhaber, Gertrude Scharff 49–52, 218, 365
- Goldhaber, Maurice 49–52, 218, 365

- Gopal, Anandi 258–259
 Gorjacsev, Alekszandr 253
 Gorjacseva, Jekatyerina 253
 Gorjacseva, Irina G. (szül. Mitkevics) 249–254, 364
 Gören, Nezhun 294
 grafit 44–46, 246
 Greider, Carol W. 85, 87
 Gurdon Intézet (Wellcome Trust/Cancer Research UK Gurdon Institute) 171
 Gutmann, Amy 299
- gyenge kölcsönhatások 117, 211–213, 215
 gyerekkor 69, 190, 239, 243, 271, 310, 319, 325, 333, 342
 gyermekek gondozása, ellátása 38, 80, 98, 104–105, 108, 121–122, 151, 165, 176, 186–187
 gyógynövények 259–260
 gyógyszertervezés 110, 145
 gyorsító kísérletek 115–117, 192, 354
 gyümölcslegyek *lásd Drosophila*
- Haber, Fritz 16
 Hackerman, Norman 311
 Haditengerészeti Kutatólaboratórium (Naval Research Laboratory, NRL) 54, 56, 59, 365
 Hahn, Otto 16, 75, 78–79, 83, 129
 Haigneré, Claudie (szül. André-Deshays) 319–323
 Haigneré, Jean-Pierre 320
 Haldane, J. B. S. 169
 Hamburger, Viktor 159–160
 Harington, Charles 38
 Harris, Lynn 139, 299
 Hartridge, Hamilton 142
 Harvard-obszervatórium (Harvard College Observatory) 81
 Hassel, Odd 207
 Hauptman, Herbert 56
 Hayaishi, Osamu 29
 házi munka 62, 104, 151–152, 235, 276, 285, 368
 Hedberg, Ken 59
 Hedberg, Lise 59
 Heisenberg, Werner 119
 Herschel, Caroline 15, 194
 Herschel, William 15
 Herzfeld, Karl 120
 Hevelius, Elisabetha 14
 Hevelius, Johannes 14–15
 Hevesy, György 219
 Hewish, Antony 89–93
 Hidrazin 98–99, 101
 Higgs, Peter 17
 Higgs-részecske 116–117, 263–264
 Hilbert, David 19, 118
 Hildegard von Bingen 13
 Hitchings, George H. 108–111
 HIV *lásd* vírusok
 Hodgkin, Dorothy (szül. Crowfoot) 85–86, 145, 208, 367
 Hoffman, Darleane C. (szül. Christian) 127–131
 Hoffman, Marvin 128
 Hollins College 113
 Hook, Ernest 78
 Hopkins, George 16, 187
 Hopkins, Nancy 47, 366–367
 Hugonnai (Hugonnay) Vilma 132–134
 Hulse, Russel 92
 humán genom projekt 3350
 humán megtermékenyítési és embriológiai törvény (Human Fertilisation and Embryology Act) 170
 Hunter College 43, 103, 105, 108, 218–219
 Húrelmélet 117
 Hüpatia 13
- IBM Watson Laboratóriumok 202
 Ibsen, Henrik 234
 idegnövekedési faktor (nerve growth factor, NGF) 160–163
 idegrendszer 121, 156, 158–159, 161, 235
 idegtudomány 46, 80, 88, 278, 319–320, 356
 Illner, Michal 328
 Illnerová, Helena (szül. Lagusová) 324–329
 Immerwahr, Clara 16
 immunológia 30, 61, 65, 165, 270–271, 276
 immunológusok *lásd* biológusok
 Imperial College 50
In Praise of Imperfection (A tökéletlenség dicsérete, Levi-Montalcini) 159, 162
 indiai gyógynövények 260

- indiai kutatónők 258–283
 indiai társadalom 258, 281
 Indiai Tudományos Akadémia 260, 262, 265, 276
 Indiai Tudományos Intézet (Indian Institute of Science) 263
 Indiai Tudományos Kongresszus Szövetség (Indian Science Congress Association) 260
 Institute for Advanced Study (Magas Szintű Tanulmányok Intézete), Princeton 212
 Institute of Physics (brit fizikai társaság, Egyesült Királyság) 95
 interdiszciplináris kutatás 303
 inzulin 86, 93, 221
 IUPAC *lásd* Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége
 Ivy League (Borostyánliga) 299
 izomkutatás 34, 71
 izotópok 104, 129–130, 219, 221, 354
 Izrael-díj 230

 Jackson Laboratórium, Maine 81
 Jagogyin, Gyennadij 353
 Jan, Lily 80, 82
 Jan, Yuh Nung 80
 Japán Díj 151
 Jenkins, Nancy 80–82
 Jensen, Hans 51, 118, 123
 Joliot, Hélène *lásd* Langevin-Joliot, Hélène
 Joliot, Pierre 25
 Joliot-Curie, Frédéric 23
 Joliot-Curie, Irène 23

 Kağıtçıbaşı, Çiğdem 285
 Kalckar, Herman 28
 kalitkaszertű molekulák 247
 káliumcsatornák 80
 Karle, Isabella (szül. Lugowski) 53–59, 145, 364–365
 Karle, Jerome 53–59, 145, 364–365
 Karolinska Intézet 60–62, 162
 Károly walesi herceg 189, 342
 katalizátorok 240
 Kavli-díj 46
 Kefauver–Harris-féle módosítások 139
 Kékszakáll-szindróma 194

 Kelsey, F. Ellis 136
 Kelsey, Frances Oldham 135–140, 147, 365
 Kelsey-díj (FDA) 140
 kémiai fizika 262
 kémiai szintézis 36, 240, 354
 kémikusok
 Beleckaja, Irina P. 239–242
 Chatterjee, Asima 258, 260
 Cornforth, Rita és John 36–39, 364, 368
 Cram, Jane M. és Donald J. 40–41
 Elion, Gertrude B. 16, 85, 107–112
 Fox, Marye Anne 310–313, 369
 Freidlina, Rahil, H. 243–245
 Hodgkin, Dorothy 85–86, 145, 208, 367
 Immerwahr, Clara 16
 Karle, Isabella és Jerome 53–59, 145, 364–365
 Kennard, Olga 141–145
 Kotelynyikova, Ada Sz. 237–238
 Kuroda, Reiko 146–152
 Lavoisier, Antoine és Marie Paulze 14
 Mahidol, Chulabhorn 330–331
 Taraszova, Natalja 352–355
 Traetteberg, Marit 206–209, 368
 analitikai kémikusok
 Noddack, Ida és Walter 75–79, 237
 biokémikusok 26, 66
 Banga Ilona 30–35, 71, 82, 364
 Cohn, Mildred, 27, 102–103, 105, 368–369
 Cori, Gerty és Carl 19, 26–29, 67, 85, 103, 197, 223, 364
 Illnerová, Helena 324–329
 Kornberg, Sylvly és Arthur 66–68
 elméleti kémikusok
 Chakravarty, Charushita 11, 261–262, 282
 Galpern, Jelena G. 246–248
 Peyrimhoff, Sigrid 179–182
 fitokémikusok
 Mahidol, Chulabhorn 330–331
 Ulubelen, Ayhan 284, 293–297
 geokémikusok
 Noddack, Ida és Walter 75–79, 237
 magkémikusok
 Curie, Marie (szül. Skłodowska) 15–16, 19–25, 85, 364

- Hoffman, Darleane, C. 127–131
 Joliot-Curie, Irène 23
 Kennard, Olga (szül. Weisz) 141–145
 Kennedy, Jacqueline 140
 Kennedy, John F. 139–140
 Kerr, Deborah 330
 kettős pulzárrok 92
 Kínai Tudományos Akadémia (Academia Sinica) 211
 King's College, London 84, 147
 Kiotó-díj 153
 Kiralítás 138, 147, 149–150
 Királyi Obszervatórium (Royal Observatory), Edinburgh 94
 Kirch, Gottfried 15
 Kirch, Maria 15
 kísérleti fizikusok *lásd* fizikusok
 Kitajgorodszkij, A. I. 144
 Klein Éva (szül. Fisher) 60–65
 Klein, Felix 19
 Klein György 60–65, 368
 klónozás 80, 172, 241, 358
 Klug, Aaron 84, 177, 229
 Koblitz, Ann 234
 Kohn, Walter 179
 Kolak, Ufuk 294
 koleszterin 38
 kollagén 35, 228
 kommunikáció 200
 Komsuoğlu, Baki 286–288
 Komsuoğlu, Sezer Şener 286–288, 299
 Kornberg, Arthur 27–28, 66–68, 196, 366
 Kornberg, Kenneth 68
 Kornberg, Roger 11, 67–68, 226
 Kornberg, Sylvy (szül. Levy) 66–68
 Kornberg, Thomas 68
 Kossuth-díj 30
 Kotyelnikova, Ada Sz. 237–238
 Kovalevsky, Sophie (Kovalevszkaja Szofja) 15, 233
 környezetvédelmi kutatás 333–334, 355
 köszvény 110–111
 középkor 13
 Központi Botanikai Laboratórium, Dzsammu 259
 Kravchenko, Sergej 104
 krisztallográfia 56–58, 142, 144–145, 147, 228, 231
 Krisztallográfiai Intézet, Baku 235
 krisztallográfusok
 Hodgkin, Dorothy 85–86, 145, 208, 367
 Karle, Isabella és Jerome 53–59, 145, 364–365
 Kennard, Olga 141–145
 Yonath, Ada 85, 226–232
 Kroto, Harry 46, 247–248
 Kuchitsu, Kozo 208
 kukorica, genetikája 86, 346
 Kuroda, Reiko 146–152
 Kusch, Polykarp 203
 kutatástámogatás 64, 198, 241, 296, 307, 312
 kvantummechanika 43, 119–120, 125, 180
 kvarkok 115–116
 kvazárok 91
 kvékerizmus 94–95
 L'Oréal–UNESCO-díj a kiemelkedő kutatóknak elismerésére 46, 150, 199, 201, 230, 360
 Lady Brabourne College, Kalkutta 260
 Lady Margaret Hall, Oxford 15
 Lane, George (Lányi György) 186
 Langevin, Michel 25
 Langevin, Paul 21, 23, 25
 Langevin-Joliot, Hélène 24–25
 Lasker-díj 34
 Lavoisier, Antoine 14
 Lavoisier, Marie Paulze 14
 Lawrence Berkeley Nemzeti Laboratórium (LBNL) 128–129
 Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium (LLNL) 128, 230
 Lawrence, Ernest O. 53, 76, 211
 Le Douarin, Nicole M. 153–157, 171
 Leder, Philip 358
 Lederman, Leon 113, 212–214
 Lee, Ben 115
 Lee, T. D. 212–215
 Lejpuszskij, Alekszandr I. 255–256
 Leloir, Luis 28
 Lenin-díj 257
 Lenini Komszomol Díja 251
 Leopoldina 35, 234

- Levi, Giuseppe 159
 Levi-Montalcini, Rita 85, 158–163, 368
 Lewis, Edward 175
Lilavati's Daughters (Lilavati lányai, Godbole és Ramaswamy) 258, 265
 Liszenko, Trofim D. 73, 325
 Livermore Laboratórium *lásd* Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL)
 Ljubimov, Nyikolaj M. 69
 Ljubimova, Milica Ny. 32–33, 69–74
 Lonsdale, Kathleen 145
 Los Alamos-i Nemzeti Laboratórium (Los Alamos National Laboratory, LANL) 128, 306
 Lujza svéd királyné 62
 Luria, Salvador 159
- Mac Gillavry, Caroline 154
 Mackay, Alan L. 57
 Macload, John J. R. 93
 magfizikusok *lásd* fizikusok
 maghasadás 24, 75, 78–79, 83, 129–130
 mágikus számok 81, 123–124
 magkémikusok *lásd* kémikusok
 Magyar Tudományos Akadémia 9, 11, 30–31, 61, 133
 Mahidol, Chulabhorn, hercegnő 330–331
 Mahler, Kurt 340
 malária 260, 271, 276–277
 Manhattan-terv 50, 54, 121, 211
 Mária, a zsidó 13
 Marquardt Corporation 98
 Mason, Steven 147
 Matematikai és Alkalmazott Matematikai Intézet (Institute of Mathematics and its Applications, IMA, Egyesült Királyság) 342
 matematikusok
 Bhaskara 266
 Bondi, Hermann 342
 Courant, Richard 118
 Hauptman, Herbert 56
 Hilbert, David 19, 118
 Klein, Felix 19
 Kovalevsky, Sophie 233–234
 Mahler, Kurt 340
 Mittag Lefler, Gösta 22
 Narasimhan, Mudumbai S. 267–268
 Noether, Emmy 19
 Ollerenshaw, Kathleen 338–343
 Shah, Riddhi 262, 272–274
 Turing, Alan 172, 186
 Weyl, Herman 118
- Máté-effektus 21
 Matilda-effektus 21–22
 matrilinearitás 259
 Matson, Pamela 333–337, 365
 Max Planck Fejlődésbiológiai Intézet 176
 Max Planck Intézet, Berlin 228
 Max Planck Társaság 177, 182
 Max Planck Víruskutató Intézet 175
 Mayer, Joseph 118
 Mayer, Marianne 120, 125–126
 Mayer, Peter 120
 Mazurium 76–78
 McClintock, Barbara 85–86
 McKimm-Breschkin, Jennifer L. 164–167
 McLaren, Anne 168–173, 368
 Meadows, Dennis L. 354
 Mechanikai Problémák Intézete, Moszkva 251
 Medawar, Peter 169
 Meitner, Lise 16–17, 52, 75, 78, 83–84, 129
 melatonin 325–327
 Mellon Intézet, Pittsburgh 228
 mentorálás 47, 313
 mentorok 352
 mérnökök
 Brill, Yvonne 96–101, 364–365, 368
 Gorjacseva, Irina G. 249–254, 364
 Meselson, Matthew 357
 Meselson–Stahl-kísélet 357
 mesterséges megtermékenyítés 168, 170
 Metodista Kórház Kutatóintézete (Methodist Hospital Research Institute), Houston 81
 Meyer, Hertha 160
 Mezőgazdaság 333, 335–336, 346
 Michie, Donald 169, 171–172
Mikrobavadászok (de Kruif) 42
 mikrogravitáció 319–321
 Ming De Iskola 210
 Mir űrállomás 321
 MIT *lásd* Massachusettsi Műszaki Egyetem
 Mitchell, Maria 190
 Mittag Leffler, Gösta 22

- molekuláris biológia
 asilomari konferencia 350–351
 Nemzeti Egészségügyi Intézetekben 44,
 66, 87, 106, 137, 139, 295, 349, 358
 Karolinska Intézetben 60–62, 162
 Indiában 258–259, 262, 265, 268, 276,
 280–282, 300, 364
 Szingapúrban 81
 Spanyolországban 196–200
 Szovjetunióban 71, 237, 241–242, 246–
 247, 253
- Molekuláris Biológiai Intézet, Moszkva *lásd* En-
 gelhardt Molekuláris Biológiai Intézet 73
- molekuláris biológusok *lásd* biológusok
- molekuláris mágnesek 203–204
- molekuláris pszichiátria 278
- molekulaszerkezetek 55, 145, 166, 180,
 206–207
- Montagnier, Luc 87
- Montgomery, Dorothy 113
- morfogenezis 175
- Morino, Yonezo 208
- Morrison, Philip 191
- Morrison, Phyllis 191
- Moser, Edvard 88
- Moser, May-Britt 85, 88
- Moszkvai Állami Mérnökfizikai Intézet 253
- Mottelson, Ben 51
- Mount Holyoke College 40
- Muszhelisvili, Ny. 252
- muszlim női viselet 297
- műholdak 97–101, 307, 315
- Nagy Hadronütköztető (Large Hadron Colli-
 der) 116, 263
- Nagyenergiájú Fizikai Központ, IISc (India)
 263
- Nanopoulos, Dimitri 116
- nanotudomány 45–46
- naptevékenység 91
- Narasimhan, Shobhana 11, 267–268
- NASA 16–17, 19, 51–52, 85, 118–126, 364,
 366, 369
- National Cathedral School, Washington 137
- Nehru Kutatóintézet (Jawaharlal Nehru
 Centre for Advanced Scientific Research,
 JNCASR) 268
- Naylor, Rosamond 335
- nemi megkülönböztetés (*lásd még* diszkrimi-
 náció)
- álláshoz jutáskor 99
- Indiában
- Japánban 146–148, 151
- Oroszországban 233–234
- Törökországban 284–285, 290
- Nemzeti Egészségügyi Intézetek (National
 Institutes of Health, NIH) 44, 66, 87, 106,
 137, 139, 295, 349, 358
- Nemzeti Érdemrend (Ordre national du Méri-
 te), Franciország 303
- Nemzeti Műszaki és Újítási Érem (National
 Medal of Technology) 96–97
- Nemzeti Műszaki Tudományos Érem
 Brill, Yvonne 96
- Nemzeti Rákintézet (National Cancer Ins-
 titute, NCI), Egyesült Államok 66, 81,
 349–350
- Nemzeti Tudományos Alap (National Science
 Foundation, NSF) 106, 305, 312
- Nemzeti Tudományos Érem (National Medal
 of Science) 96
- Cohn, Mildred 103
- Dresselhaus, Mildred 46
- Fox, Marye Anne 313
- Hoffman, Darleane 130
- Karle, Isabella 58
- Rubin, Vera, C. 194
- Singer, Maxine 348, 350
- Wu, Chien-Shiung 216
- Yalow, Rosalyn 223
- Nemzeti Tudományos Tanács (National Sci-
 ence Board), Egyesült Államok 113, 116,
 312–313
- Nemzetközi Rektori Konferencia (Internati-
 onal Association of University President,
 IAUP) 392
- Nemzetközi Tengerészeti Műholdas Szervezet
 (International Maritime Satellite Organi-
 zation) 99
- Nemzetközi Tudományos Tanács (Internatio-
 nal Council for Science, ICSU) 150, 303
- Nemzetközi Űrállomás (International Space
 Station, ISS) 319, 321
- neoplatoni iskola 13

- nepotizmusellenes intézkedések 27, 44, 49–50, 54, 104, 115, 120, 125, 364
- Neumann, János 119
- neurológusok 88, 278, 319
- Neuronok 80 *lásd még* idegsejtek
- Neurotranszmitter 80, 325
- neutrínó 192, 211–212
- Newham College, Cambridge 142
- négyes kötés 237
- Nirenberg, Marshall W. 349, 358
- Nobel-bankett 217
- Nobel-díj odaítélésének szabályai 26, 214
igazságtalan mellőzés
Bell Burnell, Jocelyn 92–95
Blau, Marietta 16
Franklin, Rosalind 83
Meitner, Lise 16–17
Wu, Chien-Shiung 213–215
- Nobel-díjak, statisztikák 84–85
- Nobel-díjas nők
Barré-Sinoussi, Françoise 85, 87
Blackburn, Elizabeth H. 85, 87
Buck, Linda 85–87
Cori, Gerty, T. (szül. Radnitz) 19, 26–29, 67, 85, 103, 197, 223, 364
Curie, Marie (szül. Skłodowska) 15–16, 19–25, 85, 364
Elion, Gertrude, B. 16, 85, 107–112
Goepfert Mayer, Maria 16–17, 19, 51–52, 85, 118–126, 364, 366, 369
Greider, Carol W. 85, 87
Hodgkin, Dorothy (szül. Crowfoot) 85–86, 145, 208, 367
Joliot-Curie, Irène 23
Levi-Montalcini, Rita 85, 158–163, 368
McClintock, Barbara 85–86
Moser, May-Britt 85, 88
Nüsslein-Volhard, Christiane 85, 174–178, 367
Yalow, Rosalyn (szül. Sussman) 43, 52, 85, 217–225, 364–365, 369
Yonath, Ada (szül. Livshitz) 85, 226–232
- Nobel-ünnepségek 28, 93, 125, 162, 217
- Noddack, Ida (szül. Tacke) 75–79, 237
- Noddack, Walter 75–79, 237
- Noether, Emmy 19
- Norvég Tudományos Akadémia 46, 130, 207
- Novoselov, Konstantin 46
- Nők Nemzeti Dicsőségszarnoka (National Women's Hall of Fame) 140, 216
- növények 73, 173, 188, 259–260, 294–295, 326, 331, 334, 336, 344
- nukleinsavak 109–109, 147, 197–198, 226
- Nüsslein-Volhard, Christiane 85, 174–178, 367
- Nyeszmejanov, Alekszandr Ny. 244, 247–248
- Oak Ridge-i Nemzeti Laboratórium (Oak Ridge National Laboratory, ORNL) 128
- Obama, Barack 46, 96–97, 313
- Obrejmov, Ivan V. 256
- Ochoa, Severo 28, 32, 196–199
- Oktatás 99, 116, 150, 154, 165, 199, 218, 233, 235–236, 240, 259, 264, 270, 281, 284–285, 290–292, 309, 312, 338, 341–342, 367
- Olasz Nemzeti Kutatási Tanács (Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR) 161
- Ollerenshaw, Florence 341
- Ollerenshaw, Kathleen (szül. Timpson) 338–343
- Ollerenshaw, Robert 342
- ollóhatás 131
- Oppenheimer, J. Robert 119, 124
- orosz kutatónők 233–257
- Orosz Tudományos Akadémia (*lásd még* Szovjet) 69, 234, 236, 249, 251–252, 352
- országok
Amerikai Egyesült Államok
Brill, Yvonne 96–101, 364–365, 368
Cohn, Mildred 27, 102–103, 105, 368–369
Córdova, France A. 305–309
Cori, Gerty és Carl 19, 26–29, 67, 85, 103, 197, 223, 364
Cram, Jane M. és Donald J. 40–41
Dresselhaus, Mildred és Gene 42–43, 47–48, 222, 224, 364, 368
Elion, Gertrude B. 16, 85, 107–112
Fox, Marye Anne 310–313, 369
Gaillard, Mary 113–117, 364
Goepfert Mayer, Maria 16–17, 19, 51–52, 85, 118–126, 364, 366, 369
Goldhaber, Gertrude Scharff és Maurice 49–52, 218, 365

- Hoffman, Darleane C. 127–131
 Karle, Isabella és Jerome 53–59, 145, 364–365
 Kelsey, Frances Oldham 135–140, 147, 365
 Kornberg, Sylvy és Arthur 66–68
 Matson, Pamela 333–337, 365
 Rubin, Vera C. 190–195, 369
 Sarachik, Myriam P. 201–205, 366
 Singer, Maxine F. 348–351
 Tilghman, Shirley M. 191, 299, 356–361
 Wu, Chien-Shiung 17, 52, 210–216, 365–366
 Yalow, Rosalyn 43, 52, 85, 217–225, 364–365, 369
- Ausztrália
 McKimm-Breschkin, Jennifer L. 164–167
- Ausztria
 Popp, Marianne 344–347
- Cseh Köztársaság
 Illnerová, Helena 324–329
- Egyesült Királyság
 Bell Burnell, Jocelyn 89–95, 365
 Cornforth, Rita és John W. 36–39, 364, 368
 Kennard, Olga 141–145
 McLaren, Anne 168–173, 368
 Ollerenshaw, Kathleen 338–343
 Rothschild, Miriam 183–189
- Franciaország
 Bréchnignac, Catherine 301–304, 364, 369
 Curie, Marie és Pierre 15–16, 19–25, 85, 364
 Haigneré, Claudie 319–323
 Joliot-Curie, Irène és Frédéric 23–25, 78, 302
 Le Douarin, Nicole M. 153–157, 171
- India
 Chakravarty, Charusita 11, 261–262, 282
 Godbole, Rohini 11, 263–266, 364
 Narasimhan, Shobhana 267–268
 Pathak, Sulabha 269–271
 Shah, Riddhi 262, 272–274
- Sharma, Shobhona 11, 271, 275–277
 Vaidya, Vidita 278–280
- Izrael
 Yonath, Ada 85, 226–232
- Japán
 Kuroda, Reiko 146–152
- Magyarország
 Banga Ilona és Baló József 30–35, 71, 82, 364
 Hugonnai Vilma 132–134
- Németország
 Noddack, Ida és Walter 75–79, 237
 Nüsslein-Volhard, Christiane 85, 174–178, 367
 Peyerimhoff, Sigrid 179–182
- Norvégia
 Traetteberg, Marit 206–209, 368
- Olaszország
 Levi-Montalcini, Rita 85, 158–163, 368
- Oroszország (Szovjetunió)
 Beleckaja, Irina P. 239–242
 Freidlina, Rahil H. 243–245
 Galpern, Jelena G. 246–248
 Gorjaceva, Irina G. 249–254, 364
 Ljubimova, Milica Ny. és Engelhardt, Vlagyimir A. 69–74
 Prihotko, Antonyina F. 255–257
 Taraszova, Natalja 352–355
- Spanyolország
 Salas, Margarita 196–200, 369
- Svédország
 Fredga, Kerstin 314–318, 368
 Klein Éva és György 60–65
- Thaiföld
 Mahidol, Chulabhorn 330–331
- Törökország
 Komsuoğlu, Sezer Şener 286–288, 299
 Sağlamer, Gülsün 289–292, 299
 Ulubelen, Ayhan 284, 293–297
- Országos Orvoskutató Intézet (National Institute of Medical Research), London 38, 143–144
- Ortiz-Monasterio, Ivan 335
- orvosfizikusok *lásd* fizikusok
- orvosi kémia 260
- Orvosi Kutatási Tanács (Medical Research Council, Egyesült Királyság) 142, 171

orvosok

Gopal, Anandi 258–259
 Haigneré, Claudie 319–323
 Hugonnai Vilma 132–134
 Komsuoğlu, Sezer Şener 286–288, 299
 Osawa, Eiji 246–247
 oszeltamivir (Tamiflu) 165
 Oszmán Birodalom 284
 Osztrák Tudományos Akadémia 344, 346

ökológusok *lásd* biológusok

ökoszisztémák 334–335, 344
 Öksüz, Sevil 294
 önbizalom 156, 223, 356–357

pajzsmirigy-rendellenességek 221–222

Palais de la découverte 303, 323
 Pápai Tudományos Akadémia 168, 194, 350
 paraziták 109, 185–187, 276
 paritásmegmaradás/sértés 212–215
 Pasteur Intézet, Párizs 87
 Pathak, Sulabha 269–271
 patriarchális társadalom 258, 284
 Pauli, Wolfgang 119, 123, 211
 Pauling, Linus 208
 Paxson, Christina 299
 penicillin 86, 108
 peptidhormonok 221, 223
 Perey, Marguerite Catherine 25
 periódusos rendszer 76–77, 127, 129
 Perrier, Carlo 76
 Perutz, Max 86, 142
 Peyerimhoff, Sigrid 179–182
 Plutónium 54, 128–130
 Popják, George 38
 Pople, John 179
 Popp, Marianne 344–347
 Powell, Cecil 16
 Prelog, Vladimir 36
 Priestley, Joseph 14
 Priestley-érem 130
 Prihotko, Antonyina F. 255–257
 Primakoff, Henry 105–105, 368
 Pugwash-konferenciák 171
 Pulzások 91–95, 307
 Pycior, Helena 21

Rabi, Isidor I. 121
 Radcliff College 43
 radioaktív nyomjelzés 221
 radioaktivitás 21, 24, 221
 radioimmun-analítika (radioimmunoassay, RIA) 221–223
 rádióteleszkóp 90–91, 93
 Rádium Intézet, Párizs 24
 Raffarin, Jean-Pierre 322
 rák 61, 87–88, 108, 209, 219, 295
 rakétahajtómű 98–99, 101
 Rákkutató Intézet (Institute of Cancer Research), Egyesült Királyság 34, 148
 Rákkutató Központ, Moszkva 74
 Ramakrishnan, Venkatraman 226, 230
 Raman, Chandrasekhar V. 260
 Ramaswamy, Ramakrishna 11, 261, 265
 RAND Corporation 97
 Ravel, Michel 228
 RCA Astro Electronics 98
 Reagan, Ronald 103
 Reaktorméregzés 211
 rektorok (elnökök) egyetemi (akadémiai) intézmények élén
 Bréchnignac, Catherine 301–304, 364, 369
 Córdova, France A. 305–309
 Fox, Marye Anne 310–313, 369
 Fredga, Kerstin 314–318, 368
 Illnerová, Helena 324–329
 Komsuoğlu, Sezer Şener 286–288, 299
 Mahidol, Chulabhorn 330–331
 Sağlamer, Gülsün 289–292, 299
 Singer, Maxine 348–351
 Tilghman, Shirley, M. 191, 299, 356–361
 rendszerszemléletű földtudomány (Earth System Science) 334
 repülő- és űrmérnökök 96
 részecskefizikusok *lásd* fizikusok
 reumatológia 320
 Reutov, Oleg A. 240
 ribonukleinsav (RNS) 197, 226, 229, 230, 349, 358
 riboszóma 226–232, 276
 Rich, Alex 229
 RNS *lásd* ribonukleinsav
 Roberts, Richard J. 358

- Robinson, Robert 37–38
 Rodin, Auguste 22
 Római Klub 354
 Roosevelt, Franklin D. 59
 Rossiter, Margaret 21
 Roswell Park-i Rákintézet (Roswell Park Cancer Institute) 27
 Rothschild, Lionel Walter 185
 Rothschild, Miriam 183–189
 Rothschild, Nathan Mayer 184
 Rothschild, Nathaniel Charles 184
Rothschild's Reserves (A Rothschild-rezervátum, Rothschild) 188
 Royal Institution (Királyi Intézet) 342
 Royal Society (Királyi Természettudományos Társaság) 95, 143, 145, 171, 183, 331, 360
 Royal Society of Chemistry (Királyi Kémiai Társaság) 331
 röntgenkrisztallográfia 56–59, 142, 147
 Rubin, Allan 195
 Rubin, Dave 194
 Rubin, Judy 195
 Rubin, Karl 195
 Rubin, Robert 191
 Rubin, Vera C. (szül. Cooper) 190–195, 369
 Rutherford, Ernest 50
 Ryle, Martin 92
- Sachs, Robert 122
 Sağlamer, Ahmet 290
 Sağlamer, Gülsün (szül. Karakullukçu) 289–292, 299
 Salas, Margarita 196–200, 369
 Sarachik, Myriam P. (szül. Morgenstein) 201–205, 366
 Sarachik, Philip 202
 Sarah Lawrence College 121
 Scheele, Carl Wilhelm 14
 Schoenheimer, Rudolf 219
 Schomaker, Verner 208
 Schrödinger, Erwin 16
 Seaborg, Glenn T. 127–130
 Segre, Emilio 76, 78, 211
 sejtbológia 60, 149, 160–161, 320
 csirasejtek 171–172
 csirke-fürj sejtmaker-rendszer 153, 155
 idegsejtek 160, 162, 326
 májsejtek 28
 NK-sejtek (ölősejtek) 65
 őssejtkutatás 168
 primordiális csirasejtek 129, 171
 rácsejtek 88
 sejtbeli változások 279
 sejt-kölcsönhatások 65, 73, 237, 262
 sejtosztódás 87
 sejtszerkezet 155, 227, 259
 sejtvándorlás 156
 tumorsejtek 65, 109, 160
- Sejtbiológiai Intézet, Róma 161
 Šener, Ahmet 286
 Severo Ochoa Molekuláris Biológiai Központ 199
 Shah, Riddhi 262, 272–274
 Sharma, Shobhona 11, 271, 275–277
 Sharp, Phillip A. 358
She Figures. Gender in Research and Innovation 300
 Shoemaker, Clara 59
 Shoemaker, David 59
 Shomaker, Verner 208
 Siemens & Halske, Berlin 76
 Sigler, Paul 228
 Simmons, Ruth 299
 Singer, Maxine F. (szül. Frank) 348–351
 Sirikit thai királyné 330
 Sklar, Alfred 120
 Smalley, Richard E. 45–46, 247–248
 Smith College 15, 211
 Sols, Alberto 197
 Somerville College, Oxford 340
 Sorbonne *lásd* Egyetemek, Párizsi
 sötét anyag 191–192, 195, 264
 Spanyol Országos Kutatási Tanács (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) 197–198
 Sponer, Hertha 15
 Stahl, Franklin 357
 Standard Modell 116–117, 264
 statisztikai adatok 284
 Steitz, Thomas A. 226, 229–230
 Stern, Lina S. 233–235
 Strassmann, Fritz 75, 79, 129
 Straub F. Brunó 33–34
 Straus, Eugene 222–223, 225

- Structure and Function of Elastin and Collagen*
(Az elasztin és a kollagén szerkezete és funkciója, Banga) 35
- Sugárzási és Fizikai Kémiai Biológiai Intézet,
Moszkva *lásd* Engelhardt Molekuláris
Biológiai Intézet 73
- sugázmérők 211
- Sugihara, Tom 130
- Summers, Larry 16
- süketség 38, 243, 338–341
- Svéd Királyi Tudományos Akadémia (Kungli-
ga Vetenskapsakademien, KVA) 22, 58, 61,
83–84, 150, 314, 316
- Svéd Nemzeti Úrkutatási Bizottság 314–315
- Swarthmore College 348
- Szabványügyi és Technológiai Hivatal (Nati-
onal Institute of Science and Technology,
NIST) 76, 213
- szaglórendszer 86
- szagreceptor-fehérjék 87
- számítási kémia 268
- Szarkiszov, Pavel D. 354
- Szent-Györgyi Albert 31–35, 71–72, 364
- szerkezet
- atommag 51, 118, 122–125
 - bakteriofág 198–199
 - DNS 67–68, 83, 86, 109–111, 143, 147,
155, 170, 172, 175, 197, 199, 226, 230,
325, 349–351, 357–358, 366
 - folyadékok 262
 - hemoglobin 142
 - idegnövekedési faktor (NGF) 160–163
 - királis 138, 147, 149
 - kollagén 35, 228
 - kristályok 21, 111, 147, 149, 228–230, 256
 - molekulák
 - elektrondiffrakcióval 53, 55, 59,
206–207
 - röntgendiffrakcióval 56–58, 144, 166,
229–230
 - számítással 179–180
 - neuraminidáz 165–166
 - riboszóma 226–227, 229–230, 232
 - sejt- 155, 227, 259
 - természetes vegyületek 293, 331–332
- szén-dioxid 55
- Szerves Kémiai Intézet, Moszkva 244
- Szicseva, Svetlana 11, 233
- Szilárd Leó 119
- Szilassy György 132
- Szirmai János 61
- szivárgó csatorna (leaky pipeline) 16, 281
- Szociológiai Intézet, Prága 328
- Szostak, Jack 87
- Szovjet Tudományos Akadémia (*lásd még*
Orosz) 73, 234, 237, 243–244, 246–247,
256
- szövetkultúrák 61
- Sztálin-díj 71, 235, 257
- sztláni terror 72, 256
- Stankevics, Ivan 247
- Sztereokémia 36, 38
- Szteroidok 38, 57, 221–222
- szupergravitáció 117
- szuperhúrelmélet 117
- szuperszimmetria 117, 265
- szupravezetők 43, 203
- talidomid (Contergan) 135, 137–140
- tanács fiatal kutatóknak 46, 145
- Taraszova, Natalja 352–355
- Tarkowski, Andrzej 171
- Tata Intézet 273–277
- Taylor, Joseph 92–93
- Technika Nemzetközi Női Dicsőségcsarnoka
(Women in Technology International Hall
of Fame) 101
- Teillac, Jean 302
- Telegdi Bálint 22, 212–214
- Teller Ede 16, 119–124
- telomérák 87–88
- telomerizációs reakció 245
- természetes vegyületek kémiája 293, 331–332
- természetfilozófia 13–14
- Természetudományi Múzeum (Natural His-
tory Museum), Tring, Hertfordshire 185
- Thatcher, Margaret 338
- The Chromosome Atlas of Cultivated Plants*
(A termesztett növények kromoszóma-at-
lasza, Darlington és Ammal) 259
- The Dynamic State of Body Constituents*
(A testet alkotó anyagok dinamikus álla-
pota, Schoenheimer) 219

- The Saga of the Nerve Growth Factor* (Az ideg-növekedési faktor regénye, Levi-Montalcini) 162
- The Treatise on Indian Medicinal Plants* (Tanulmány az indiai gyógynövényekről, Chatterjee és Pakrashi) 260
- Theorell, Hugo 28
- Thomson, G. P. 50
- Tilghman, Shirley M. (szül. Caldwell) 191, 299, 356–361
- Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) 76, 242, 352
- tobozmirigy 325–326
- Topçu, Gülaçtı 294
- tömegspektrometria 46, 104, 294
- Traetteberg, Jens 208
- Traetteberg, Kari 208
- Traetteberg, Marit (szül. Krogstad) 206–209, 368
- transzpozonok 86
- tribológia 249–250, 252–254
- Tribológiai Aranyérem 249
- Tronyev, V. G. 237
- Trotula Plataerius 13
- tudomány-népszerűsítés 171
- tudományos modellek
- anyagtulajdonságok 251–252, 268
 - atomfizika 51, 123
 - molekulaszerkezet 55, 206–207
 - orvosbiológia 81, 84, 166, 279, 321
 - ökológia 334–335, 346, 354
 - világegyetem keletkezése és szerkezete 115–117, 190, 264, 306–308
- tudományról folyó otthoni beszélgetés 48, 126, 137, 165, 368
- tudósok társadalmi felelőssége 171
- Turing, Alan 172, 186
- török kutatók 284–285
- ugráló gének *lásd* transzpozonok
- új elemek 75–76, 127
- új vegyületek 237, 240
- Ukrán Fizikai-Műszaki Intézet (UFTI) 256
- Ukrán Tudományos Akadémia 255, 257
- Ulubelen, Ayhan 284, 293–297
- United Aircraft 98
- University College London 94, 169, 171
- Urey, Harold 103–104, 121–122
- úrrepülés 319, 321
- úrkutatás 101, 306, 314, 320
- üvegplafon (glass ceiling) 16, 292, 364
- Vaidya, Vidita 278–280
- Valkova, Olga 11, 233
- városi szennyezés 333
- Vassar College 15, 190–191
- vér-agy gát 234
- Veterán Állami Kórház, Bronx 219, 223
- vezetői állás 18, 259, 299–363
- világegyetem eredete 264
- világháború és kutatók
- első világháború 16, 24, 49, 69, 76, 134, 184, 243
 - Curie, Marie 15–16, 19–25, 85, 364
 - Freidlina, Rahil, H. 243–245
 - Goldhaber, Gertrude Scharff 49–52, 218, 365
 - Hugonnai Vilma 132–134
 - Immerwahr, Clara 16
 - Joliot-Curie, Irène 23
 - Ljubimova, Milica 32–33, 69–74
 - Noddack, Ida 75–79, 237
- második világháború 33–34, 58, 103, 121, 169, 172, 179, 185, 235–236, 239, 244, 249, 257, 291, 305, 314, 324, 352, 366
- Banga Ilona 30–35, 71, 82, 364
- Beleckaja, Irina P. 239–242
- Brill, Yvonne 96–101, 364–365, 368
- Cohn, Mildred 27, 102–103, 105, 368–369
- Cori, Gerty 19, 26–29, 67, 85, 103, 197, 223, 364
- Cornforth, Rita 36–39, 364, 368
- Elión, Gertrude 16, 85, 107–112
- Freidlina, Rahil H. 243–245
- Goeppert Mayer, Maria 16–17, 19, 51–52, 85, 118–126, 364, 366, 369
- Goldhaber, Gertrude Scharff 49–52, 218, 365
- Karle, Isabella 53–59, 145, 364–365
- Kennard, Olga 141–145

- Klein Éva 60–65
 Levi-Montalcini, Rita 85, 158–163, 368
 Ljubimova, Milica 32–33, 69–74
 Noddack, Ida 75–79, 237
 Ollerenshaw, Kathleen 338–343
 Peyerimhoff, Sigrid 179–182
 Prihotko, Antonyina F. 255–257
 Rothschild, Miriam 183–189
 Sarachik, Myriam 201–205, 366
 Stern, Lina S. 233–235
 Wu, Chien-Shiung 17, 52, 210–216,
 365–366
 Yalow, Rosalyn 43, 52, 85, 217–225,
 364–365, 369
- Viñuela, Eladio 196–198
 virológusok 109, 164
 vírusok
 emberi immunhiány-előidéző (human
 immunodeficiency, HIV) 87
 Epstein–Barr 65
 influenza 164–167, 234
 kanyaró 165
 retrovírusok 87
 vitaminok 31–32, 86, 143, 221
 Vitousek, Peter 334
 víz anomális tulajdonságai (polivíz) 262
- Walker, John 102
 Walter és Eliza Hall Intézet 165
 Wambacher, Hertha 16
 Warnock, Mary 170
 Warnock-bizottság 170
 Wartha Vince 133
- Watson, James D. 57, 67, 83, 198, 202–203,
 226, 229, 299, 351, 366
 Weierstrass, Karl 234
 Weisskopf, Victor 119, 124
 Weizmann Intézet 228, 230–231
 Wertheimstein Rózika 184
 Weyl, Herman 118
 Whitesell, James 312
 Wieschaus, Eric F. 174–175
 Wigner Jenő 118, 120, 123
 Wilkins, Maurice 147, 226
 Withers, Steve 167
 Wittmann, H. G. 228
 Wolf-díj 216, 230
 Wolff, Étienne 154–155
- Xi Lingshi 13
- Yalow, Aaron 217–218, 224–225
 Yalow, Rosalyn (szül. Sussman) 43, 52, 85,
 217–225, 364–365, 369
 Yang, C. N. 212–215
 Yaqui-völgy, Sonora 333, 335
 Yonath, Ada (szül. Livshitz) 85, 226–232
 Yuan, Luke Chia-Liu 211, 215–216
 Yuan, Vincent 215
 Yun-Fat, Chow 330
- zanamivir (Relenza) 165
 zoológusok 184, 188
 zöld forradalom 333
 zöld kémia 240, 354
 Zumino, Bruno 116–117