



# Karikó Katalin és Krausz Ferenc Stockholmban – képes megemlékezés



A 2023-as Nobel-díj átadási ünnepségének pódiuma. Az új Nobel-díjasok a pódium bal oldalán ülnek; Krausz Ferenc balról a második, Karikó Katalin balról a hetedik (fotó: Nanaka Adachi; © Nobel Prize Outreach)

**A** Nobel-díjak történetében 2023 egyedülálló volt: két magyar kutató kapott természettudományos Nobel-díjat – a magyar–amerikai Karikó Katalin az élettani vagy orvostudományi, a magyar–osztrák–német Krausz Ferenc a fizikai kategóriában. Mindkét esetben a felfedezéseknek fontos kémiai tartalma is volt, és Karikó Katalin Nobel-díja lehetett volna kémiai is.

Képes beszámolóinkban a 2023. decemberi Nobel-hét eseményeiből elevenítünk fel néhány részletet. Együnk sem volt ott, de támaszkodhattunk a 2001-es és a 2011-es stockholmi Nobel-héten szerzett személyes tapasztalatokra. A képeket nagyvonalú felhasználási engedéllyel a Nobel Prize Outreach/Nobel Alapítvány bocsájtotta rendelkezésünkre. Egyetlen feltétel volt: a kredit pontos feltüntetése minden egyes képnél. Az idézetek, saját fordításunkban, a Nobel Alapítvány honlapjáról származnak.

Karikó Katalin a díjat megosztva Drew Weissman amerikai tudóssal együtt kapta.



Karikó Katalin és Krausz Ferenc hivatalos portréja  
(fotó: Clément Morin; © Nobel Prize Outreach)



A Nobel Alapítvány honlapja szerint: Karikó Katalin 1955. január 17-én született Szolnokon. Munkahelye a díj odaítélése idején a Szegedi Egyetem és a Pennsylvania Egyetem volt. A díj indoklása: „a nukleozid-bázis-módosításokkal kapcsolatos felfedezéseikért, amelyek lehetővé tették a Covid-19 elleni hatékony mRNS-vakcinák kifejlesztését”.

Krausz Ferenc a díjat megosztva Pierre Agostini francia–amerikai és Anne L’Huillier francia–svéd tudóssal együtt kapta. A Nobel Alapítvány honlapja szerint: Krausz Ferenc 1962. május 17-én született Mórton. Munkahelye a díj odaítélése idején a garcingi Kvantumoptikai Max Planck Intézet és a müncheni Ludwig-Maximilian Egyetem volt. A díj indoklása: „az anyagban lejátszódó elektrondinamika tanulmányozására szolgáló attoszekundumos fényimpulzusokat generáló kísérleti módszerekért”.



**Karikó Katalin diplomájának kalligráfusa Susan Duvnäs.  
Krausz Ferenc diplomájának művésze Elisabeth Biström,  
kalligráfusa Marie Györi**

(fotó: Dan Lepp; © The Nobel Foundation 2023)

A minden évben december 10-én a stockholmi Koncertházban rendezett díjkiosztó ünnepségen a svéd király adja át a Nobel-diplomát és -érmeket; a csekket átadására, amit a díjazottak aláírásukkal igazolnak, más alkalommal kerül sor. 2023-ban az élet-tani vagy orvosi diplomák bal oldala csak szöveget tartalmazott, a fizikusoké és a kémikusoké festményeket. A kémikusoké kifejezetten kémiára utaló volt, lombikokat és hasonló laboratóriumi eszközöket ábrázolt. A diploma és az érme átvételét minden díjazott a díjátadó ünnepség előtti napon szorgalmasan gyakorolja. Bal kézzel veszi át úgy, hogy hüvelykujjal rápatint a diplomára helyezett dobozkára, amely az érmekeket tartalmazza – az eredetit és két másolatot –, így a jobb kéz szabadon marad a királlyal való kézfogásra.

Mielőtt a díj átvételére szólítanak a Nobel-díjast, a Királyi Svéd Tudományos Akadémia elnöke vagy a megfelelő Nobel-bizottság elnöke, esetleg a Nobel Alapítvány más tisztségviselője röviden összefoglalja a díjazott kitüntetéssel elismert felfedezését. Karikó Katalin és társdíjazottja, Drew Weissman esetében a bevezetést Gunilla Karlsson Hedestam professzor tartotta, az Élettani vagy Orvostudományi Nobel-díj Bizottság elnöke. Többek között a következőket mondta: „Az élettan vagy orvostudomány idei díjazottjainak – Karikó Katalin professzornak és Drew Weissman professzornak – köszönhetően az mRNS kifejezés ma már széles körben ismert. Az itt jelenlévők többsége már kapott egy vagy több adag mRNS-vakcinát a karjába, ami arra készíti sejtjeinket, hogy rövid ideig a kódolt fehérjét termeljék. Ha az mRNS idegen vírusfehérjét kódol, mint a Covid-vakcinák esetében, akkor riasztja immunrendszerünket, hogy a vírus elleni válasza késztesse, és ha később megfertőződne, akkor megvédjen bennünket a betegségtől. [...] Karikó Katalin, az RNS-biokémia szakértője, és Drew Weissman, a tapasztalt immunológus közös elképzelése az volt, hogy az mRNS-t általános információhordo-

zóként használják klinikai alkalmazásokhoz. Az első eredmények azonban csak korlátozott sikert hoztak, mígnem Karikó és Weissman rájöttek arra, hogy céljuk eléréséhez meg kell érteniük, hogyan reagálnak sejtjeink a különböző RNS-változatokra.

Az áttörést 2005-ben publikált felfedezésük jelentette, amelyben kimutatták, hogy amikor emberi sejtbe juttatták a standard nukleotidokkal előállított mRNS-t, az nemkívánatos gyulladást okozott. Megállapították, hogy ez a reakció elmarad, ha az mRNS-t alkotó négy nukleotid egyikét kémiai úton módosítják, hogy az saját mRNS-ünket utánozza. Ez a felfedezés megoldotta az mRNS-alapú klinikai alkalmazások egyik fő problémáját, és ezzel az mRNS-technológia új korszakba lépett.

Az idei Nobel-díjasok élettani és orvostudományi felfedezésével 15 évvel később olyan hatékony vakcinákat sikerült kifejleszteni, amelyek segítettek egy pusztító világjárvány leküzdésében, és megmentették több millió ember életét. 2020-ban a tudományos közösség, a kormányok, a magánszektor és a szabályozó hatóságok együttműködése bebizonyította, hogy sürgős esetben a vakcinafejlesztés jelentősen felgyorsítható.

A tudomány kommunikálása kihívást jelent. A világjárvány egyik pozitív hozadékaént sikerült növelni a lakosság tudatosságát, valamint a fertőző betegségek veszélyeire és immunrendszerünk működésére vonatkozó ismereteit. Ma már a legtöbb ember számára ismerősen hangzanak az olyan kifejezések, mint az mRNS, vírusvariánsok, antitestek, B-sejtek és T-sejtek. A felmérések szerint a világjárvány idején nőtt a lakosság bizalma a tudományos kutatás iránt. Ehhez kétségtelenül hozzájárult a 2023-as díjazottak alapvető kutatása. Az idei díj Alfred Nobel végakaratának szellemében egyértelműen hozzájárulás az emberiség jólétéhez.”



**Karikó Katalin átveszi a Nobel-díjat XVI. Károly Gusztáv királytól, majd egyedül marad a pódium közepén**

(fotó: Nanaka Adachi; © Nobel Prize Outreach)

A fizikai díjazottak – Pierre Agostini, Krausz Ferenc és Anne L’Huillier – érdemeiről Eva Olsson professzor, a Fizikai Nobel-díj Bizottság elnöke beszélt és többek között a következőket mondta: „Az idei Nobel-díj a fizika területén a kis időskálákra, pontosabban az attoszekundumokra összpontosít.

Egy szívverés ezer-ezer-ezer-ezer-ezer attoszekundumig tart. Ennyi másodperc telt el a világegyetem létrejötté óta. Az attoszekundum az elektronok világának időskálája – egy világ, amely mára már kutathatóvá vált. 1925-ben Werner Heisenberg még azt állította, hogy ez a világ nem látható, de az attoszekundumos fényimpulzusoknak köszönhetően ez kezd megváltozni. A kihívást a rendkívül rövid időskála jelentette. Több évtizedbe telt, mire sikerült leküzdeni ezt az akadályt. Az attoszekundumos tudomány lehetővé teszi számunkra, hogy olyan alapvető kérdésekkel foglalkozzunk, mint például a fotoelektromos hatás időskálája – amiért Albert Einstein 1921-ben fizikai Nobel-díjat kapott.



## NOBEL-DÍJ – EGY NEVEZETES ÜNNEPSÉG

Az attoszekundumos impulzusok segítségével tanulmányozhatjuk az elektronok eloszlásának változásait a molekulákban és az anyagokban. A töltésingadozásokra vonatkozó információ megoldást nyújthat az elektronok migrációjának szabályozására. Az attoszekundumos kémia segítségével szelektíven fel lehet bontani vagy létre lehet hozni bizonyos kémiai kötések, ami lehetővé teszi, hogy kívánságunknak megfelelő tulajdonságú új vegyületeket állítsunk elő. Az attoszekundumos fizika segítségével tanulmányozhatjuk az anyagokban lejátszódó töltésátviteli folyamatokat. Ezek kulcsfontosságú ismeretek a napelemek, akkumulátorok, katalizátorok és elektronikai eszközök működésének megértésében és optimalizálásában.

Az idei díj eredete az 1970-es évek végére és az 1980-as évek elejére vezethető vissza, amikor az erős lézerműködésben lévő atomokat tanulmányozták. Díjazottjaink felfedezték, hogy a lézerek és az atomok közötti kölcsönhatás szabályozásával attoszekundumos impulzusok generálhatók. Módszereket fejlesztettek ki a fényimpulzusok időtartamának mérésére. Emellett olyan módszereket is kidolgoztak, amelyekkel impulzussorozatokot és izolált egyedi impulzusokat is generálhatunk.”

vostudományi kategóriát Karikó Katalin. Nagyon rövid beszédéből idézünk itt két bekezdést: „Nagy megtiszteltetés számunkra, hogy résztvevői lehetünk ennek a kiemelkedő tudóscsoportnak, amely megkapta ezt a díjat. Mindketten fontosnak tartjuk, hogy ez a díj azokat a tudóstársainkat is elismeri, akik évtizedeken át szorgalmasan dolgoztak azokon az alapokon, amelyekre építve eljutottunk a Covid-19 mRNS-vakcinák kifejlesztéséhez.



**Karikó Katalin rövid előadását tartja**

(fotó: Clément Morin; © Nobel Prize Outreach)

Igaz az a történet, hogy [Drew Weissmannal] 1997-ben találkoztunk a Pennsylvania Egyetem Orvostudományi Karának épületében, a folyosón álló fénymásoló gépnél. De nem viaskodtunk egymással, hogy ki használhassa előbb a fénymásolót, ezt csak kitalálták. A valóságban ezzel a találkozással kezdődött több évtizedes együttműködésünk.”



**Karikó Katalin és Krausz Ferenc a stockholmi Nobel Múzeumban.**

**Karikó kedvenc pipettáját ajándékozta a múzeumnak,**

**Krausz pedig egy fényképet (fotó: Anna Svanberg; © Nobel Prize Outreach)**

A 2023. decemberi Nobel-nagyhét sok további eseményéből kettőt emelünk ki. A legfontosabb az új díjazottak tudományos előadása. Ezt Karikó Katalin „Developing mRNA for therapy” címmel, Krausz Ferenc „Attosecond physics: exploring subatomic motions” címmel tartotta meg. Egy másik esemény az új díjazottak hagyományos látogatása a stockholmi Nobel Múzeumban. A látogatás alkalmával a Nobel-díjasok valamilyen ajándékot adnak a múzeumnak. Karikó kedvenc pipettájával, Krausz egy fényképpel kedveskedett a múzeumnak.

**Hargittai Balázs,<sup>a</sup> Hargittai István<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Department of Chemistry, Saint Francis University, Loretto, PA, USA

<sup>b</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék



**Krausz Ferenc átveszi a Nobel-díjat XVI. Károly Gusztáv királytól, majd egyedül marad a pódium közepén**

(fotó: Nanaka Adachi; © Nobel Prize Outreach)

Miután a díjazott átvette a királytól a díjat, egyedül marad a pódium közepén, és meghajlásokkal fejezi ki köszönetét. Először a király és a pódium jobb oldalán levő királyi család felé, aztán a pódiumon hátul elhelyezett Alfred Nobel-mellszobor felé, majd a pódium bal oldalán ülő többi újdonsült Nobel-díjas felé, végül a közönség felé.



**Balra: Karikó Katalin és Daniel svéd királyi herceg a banketten.**

**Jobbra: Krausz Ferenc és Malin Helgesen ügyvéd, Vidar Helgesen norvég politikus felesége**

(fotó: Clément Morin; © Nobel Prize Outreach)

A díjátadó ünnepséget ünnepélyes vacsora követi, a Nobel-bankett. A banketten minden díjkategória képviselőjében egy-egy díjazott tart általában kétperces beszédet. A fizika kategóriában a három díjazottat Anne L'Huillier képviselte, az élettani vagy or-