

# Mesterséges DNS

*Barotányi Zoltán*

2019/10. (03. 07.)

<https://m.magyararancs.hu/tudomany/nekunk-nyolc-117843?pageId=8>

A természetes DNS-ben nem található bázisokkal bővített genetikai örökítőanyagot hoztak létre a nyughatatlan tudósok. De vajon mire lesz jó?

A DNS-sel kapcsolatos kutatások rendre izgalommal töltik el a genetika iránt érdeklődő közvéleményt. Nem meglepő tehát, hogy komoly visszhangot váltott ki a Science tudományos folyóirat február végi cikke, mely a genetikai kód sikeres kiterjesztéséről adott hírt.

A népes nemzetközi kutatócsoport (amelyet Steven Benner, a Harvard professzora vezet) egy olyan DNS-t szintetizált, amely a természetben is megtalálható, az örökítőanyag óriásmolekulájának kettős spiráljában párokként előforduló négy bázis (citozin, guanin, adenin, timin) mellett még négy, mesterségesen előállított, bár természetes társaikhoz kémiailag hasonló bázist is tartalmaz. Négy meg négy, az ugye nyolc, innen kapta nevét a szintetikus DNS: hacsimodzsi (a nemzetközi szakirodalomban is szereplő Hepburn-átírás szerint: *hachimoji*). Japánul így mondják a „nyolc betű”-t – a felfedezők közt japán tudós is akad.

Szigorú táncrend

A DNS vagyis a dezoxiribonukleinsav definíció szerint tartalmazza mindazon genetikai utasításokat, amelyek szükségesek az élő szervezetek (meg a hol közéljük sorolt, hol külön kezelt vírusok) növekedéséhez, kifejlődéséhez, működéséhez és szaporodásához. A DNS és kémiai rokona, az élettani folyamatokban kulcsszerepet betöltő RNS (ribonukleinsav) együtt alkotják a létfontosságú biokémiai óriásmolekulák egyik nagy csoportját, a másik hármat adják a lipidek, a komplex szénhidrátok és a fehérjék kiterjedt családjai. Ezekkel ellentétben a nukleinsavak aligha kerülnek be a szakácskönyvekbe vagy az étrendi tanácsok közé, de a bázispárok révén a DNS-ben hordozott információk közvetlenül vagy közvetve kódolják az utóbbiak szintézisét is.

A természetes DNS úgynevezett nukleotid-egységekből áll: ebben szériatartozékként szerepel egy bázis, egy ötértékű cukormolekula (dezoxiribóz) meg egy

foszfátcsoport. A dupla DNS-spirált két óriásmolekula-szál alkotja: ezeket egyenként a foszfát–cukor kötések tartják egyben, a kettős spirált létrehozó két láncot pedig a megfelelő bázisok által kialakított (és hidrogénhid kapcsolattal összetartott) párok. A táncrend szigorú: az adenin (A) mindig a timinnel (T), míg a citozin (C) a guaninnal (G) alkot elválaszthatatlan duót. Az egyes gének, illetve az adott organizmus teljes genomja (a genetikai örökítőanyag) méretét gyakran ezekkel a bázispárokkal adják meg, hiszen ezek száma megegyezik az egyes DNS-szálak nukleotidjainak számával. Kivételt csak a szálak végén található telomérák valószínűleg nem kódoló, párt sem alkotó „szingli” szálai képeznek. Hatalmas számokról beszélünk, elvégre az úgynevezett haploid (egyetlen kromoszómakészletet tartalmazó) ivarsejtek 23 kromoszómája összesen 3,2 milliárd bázis hosszúságú, és 20–25 ezer különböző proteinkódoló gént tartalmaz. De az is bizonyos, hogy egyetlen emberi sejt DNS-e összesen 1,8 méter hosszúságú! Jellemző, hogy a molekuláris biológiában a kilobázis az elterjedt mértékegység: ez ezer bázispárnak felel meg. Meghökkenítő talán, de már azt is megbecsülték, összesen mennyi bázispár lehet a Földön:  $5 \times 10^{37}$ , ami hatalmas szám, tömegre átszámítva 50 milliárd tonna.

A mesterséges bázispárok keresése nem új fejlemény a molekuláris biológiában: Floyd Romesberg, a kaliforniai Scripps Research kutatója már 2012-ben bejelentette, hogy négyről sikeresen hatra bővítette a genetikai kódolásban fontos bázisok (avagy betűk) számát. Maga Steven Benner is már legalább harminc éve folytatja kutatásait. Az új, szintetikus bázisok is leginkább abban térnek el természetes elődjeiktől, hogy erősebben hidrofób természetűek, azaz kémiai szempontból nem igazán vonzódnak a vízhez. De annyi biztos, hogy a négy újabb betűvel (P, Z, B, S) kiegészített DNS is ugyanolyan kettős spirálba (dupla hélixbe) csavarodik, mint a teljesen természetes. A kutatókat szinte meglepte, hogy különösebben nem is kellett bajlódniuk a szintézissel, a természetes és mesterséges építőkövekből némi génszerkesztői rásegítés után szinte automatikusan épül fel a mesterséges DNS. Ráadásul egy módosított természetes enzim, a T7 polimeráz segítségével a hacsimodzsi DNS által kódolt információk laboratóriumi körülmények között átmásolhatók egy RNS-molekulába.

A mesterséges DNS, habár mind biokémiai, mind kvantummechanikai szempontból stabilisnak mondható, szintézisét tekintve jelenleg még nem önfenntartó jellegű. A mesterséges genetikai állomány fenntartásához szükséges a megfelelő mesterséges molekuláris építőkövek állandó utánpótlása, ráadásul olyan fehérjék kellene a szintéziséhez, amelyek csak a laborban fordulnak elő. A molekuláris biológiai kutatások során óhatatlanul jelentkező félelmek csillapítására a kutatók rendre leszögezik: a mesterséges DNS csak a laborban életképes, éppen ezért nem is fog

sehová elszökni. Azért lefogadnánk: számos forgatókönyvíró éppen ilyen fikciós filmötleteken töri a fejét.

## Idegen anyag

A mesterséges DNS előállítása nem csupán fontos eredmény a molekuláris biológia számára, de egyben bizonyosság is: nem kell fetisizálni a természetben előforduló négy bázist, elvégre a genetikai információk kódolására más lehetőségek is akadhatnak a természetben. Mindez alátámaszthatja számos, a genetikai információtárolás titkait kutató tudós vélekedését, mely szerint véletlenszerű, hogy (legalábbis itt, a Földön) éppen ez a négy bázis vesz részt az örökítőanyag felépítésében: ez a számbéli korlát és a konkrét nukleobázisok kiléte afféle evolúciós kövület is lehet. Ebből máris levezethető a mesterséges DNS tanulmányozásának másik potenciális nyertese: az exobiológia, amely a földön kívüli hipotetikus életformák felépítését és persze előfordulását kutatja. Az efféle űrbiológiai kutatások mindenekelőtt működő hipotéziseket igényelnek, hiszen előbb el kell képzelnünk azokat a földi körülmények között ismeretlen életformákat, amelyek genetikai információit egy másfajta kódoló rendszer tárolja, hogy azután rájuk lelhessünk, és felismerhessük nyomaikat. A mesterséges DNS megnyitja a lehetőségét annak is, hogy a fehérjék felépítéséhez a természetben (földi körülmények között) használt 22 aminosavon kívül mást is felhasználjunk. A nálunk, a Földön csupán laborban szintetizált aminosavak az univerzum egy más pontján esetleg a szabad természetben is előfordulhatnak, és általunk nehezen elképzelhető organizmusok vázát alkothatják. Titkaikat pedig egy olyan genetikai információhordozó rejtheti, amelynek egyik modellváltozata lehet a hacsimodzi DNS.

A bővített kiadású, mesterséges genetikai információhordozó egy másfajta, egyelőre még erősen hipotetikus gyakorlati alkalmazás szempontjából is ideális lehet: régóta kutatják azt is, miként lehet a DNS-t más, nem feltétlenül genetikai információk tárolására felhasználni, esetleg DNS-alapú számítógépeket tervezni. A kettő helyett négy bázispárt tartalmazó mű-DNS papíron sokkal több információt képes tárolni, így még ideálisabb alanya lehet az ezzel kapcsolatos spekulációknak is. Már csak azt kellene megtudni, hogy legalább olyan stabilan és viszonylag veszteségmentesen tudja-e tárolni az információkat, mint az e célra evolúciós úton kifejlődött és sokszorosan bevált valódi, természetes DNS.