

Inovatívny elastický model DNA

DNA nesie genetickú informáciu všetkých živých organizmov a ako taká je jednou z najdôležitejších molekúl v prírode. Napriek tomu je ťažké nájsť trojrozmerný model DNA, ktorý by sa dal uchopiť do rúk a dali by sa na ňom verne ukázať štruktúrne a mechanické vlastnosti DNA. DNA totiž nie je len obyčajná molekula, ale je to chirálna pravotočivá dvojzávitnica, ktorá má elastické vlastnosti. DNA je vo svojom prirodzenom prostredí mechanicky namáhaná. Deje sa tak napríklad v dôsledku tesného naskladania v bunkových jadrách, ale aj v dôsledku biologických procesov, ktoré na DNA prebiehajú počas plnenia jej biologických funkcií. Kvôli nesymetrickej štruktúre DNA molekuly, mechanické namáhanie spôsobí deformácie, ktoré sú nepravidelné. Takéto deformácie sú spojené s odhaľovaním prístupu ku genetickej informácii, ktorú DNA nesie. Odhalenie genetickej informácie môže mať fatálne následky, ale je aj nevyhnutné pre správnu činnosť proteínov a enzýmov. Trojrozmerný elastický model DNA môže byť dôležitou pomôckou pri objasňovaní vzťahov, medzi štruktúrou, mechanickými vlastnosťami a biologickými funkciami DNA.

Nevýhody súčasných riešení

Aktuálne existujú rôzne demonštrátory, molekulové stavebnice a 3D tlačéné modely, ktoré ale často nesprávne zobrazujú DNA ako ľavotočivú (DNA je pravotočivá), verne nezobrazujú striedanie hlavného a vedľajšieho závitú, taktiež zobrazujú nesprávny počet báz, alebo zobrazujú len jednu pol-otočku DNA dvojzávitnice namiesto celej otočky. Ako zjednodušené modely DNA sa taktiež zvyknú používať rôzne silikónové trubičky alebo povrazy, ktoré ale neumožňujú vziať do úvahy smer vinutia dvojzávitnice a rozdiely, ktoré vzniknú pri deformáciách vzhľadom na smer vinutia DNA. Ďalšou z nevýhod je, že modely sú nedeformovateľné, keďže bývajú vystavené okolo pevných podpier, čo neumožňuje názornú ukážku štruktúrnych zmien DNA dvojzávitnice, ako je napríklad zmena počtu závitov DNA pri jej skrútení. Vyššie spomínané nedostatky vyriešili pôvodcovia zo Slovenskej akadémie vied a navrhli inovatívny elastický model DNA, ktorý nemá uvedené nevýhody a dajú sa na ňom demonštrovať rôzne priestorové a mechanické vlastnosti molekuly DNA. Medzi kľúčové štruktúrne a mechanické vlastnosti DNA patria počet závitov dvojzávitnice, ich stúpanie, rozostup medzi hlavným a vedľajším závitom a pružnosť pri ohýbaní a skrúcaní.



Obrázok č. 1: Príklady existujúcich (nesprávnych) modelov DNA (zdroj: archív pôvodcov)
 a) DNA má správny počet báz ale nesprávny smer vinutia a nerozlišuje hlavný a vedľajší závit b) DNA má správny smer vinutia ale dvojnásobný počet báz a ukazuje len polotočku DNA c) DNA má správny smer vinutia, ukazuje správne celý závit DNA, ale má dvojnásobný počet báz a nerozlišuje hlavný a vedľajší závit d) DNA má správny smer vinutia, správny počet báz, rozlišuje hlavný a vedľajší závit, ale ide o rigidný model e) Nesprávne vyobrazenie a ilustračné modely DNA sa bohužiaľ často objavujú nielen vo vedecko-populárnych médiách ale aj v špičkových vedeckých časopisoch, v tomto prípade na obálke časopisu Nature, ktorý publikoval aj pôvodnú prácu Watsona a Cricka, sa objavila ľavotočivá DNA.

Každá z uvedených vlastností má svoju dôležitú úlohu pri plnení biologických funkcií tejto pre život dôležitej molekuly.

Nové riešenie zo SAV

Vedci z Ústavu Polymérov SAV, v.v.i vyvinuli nový elastický model DNA, ktorý dokáže presne zobrazovať kľúčové vlastnosti tejto molekuly. Tento model je vyhotovený z elastických materiálov a umožňuje ukázať, ako DNA reaguje na mechanické namáhanie. Model do detailu reprodukuje štruktúrne vlastnosti molekuly DNA. Jeho veľkosť je možné prispôsobiť na rôzne účely. Model umožňuje predviesť deformácie pri biologických procesoch prebiehajúcich v živých bunkách, ako je transkripcia, ale aj v technologických procesoch ako je sekvenovanie DNA. V dlhej forme model umožní skúmať ako sa štruktúra DNA mení v prítomnosti zauzlení, ktoré sa často vyskytujú na DNA a komplikujú technologické aplikácie, ale aj bránia normálnemu priebehu biologických procesov na DNA. Torzná deformovateľnosť umožňuje ukázať ako sa mení počet otočiek na dvojzávitnici DNA. Pružnosť v ohybe umožňuje predviesť mechanizmy a zmeny v štruktúre DNA pri ohýbaní.



Obrázok č. 2: Štruktúra DNA z kryštalografickej databázy a jej 3D vytlačaná podoba z elastického materiálu (zdroj: archív pôvodcov)

Výhody nového riešenia

Predstavený inovatívny model DNA sa vyznačuje nasledujúcimi konkurenčnými výhodami:

- Zachováva presné štruktúrne vlastnosti DNA, vrátane správneho smeru vinutia a pomeru medzi šírkou a dĺžkou závitú.
- Je vyrobený z elastického materiálu, ktorý umožňuje ukázať deformovateľnosť DNA.
- Umožňuje názornú ukážku správania DNA v rôznych situáciách, ako je znázornené na obr. 3.



Obrázok č. 3: Ukážka správania sa molekuly DNA: v relaxovanom stave, pri ohybe, skrútení proti smeru hodinových ručičiek (nadvíhnutie DNA) a v smere hodinových ručičiek (podvíhnutie DNA).

(zdroj: Mgr. Martin Bystriansky)

Hľadá sa partner

Tento model môže slúžiť ako skvelý učebný nástroj pre školy, ktorý možno uchopiť do rúk a preskúmať štruktúru a mechanické vlastnosti DNA, zábavný a interaktívny predmet pre deti, ale aj ako pomôcka pre vedcov pri výskume DNA a vytváraní počítačových modelov. Slovenská akadémia vied podala na tento inovatívny model slovenskú prioritnú patentovú prihlášku PP 50035-2024. Slovenská akadémia vied srdečne vyzýva potenciálnych partnerov na spoluprácu a licencovanie, aby spoločne prispeli k uvedeniu tohto inovatívneho elastického modelu DNA do praktického života praxe a priniesť nové možnosti v oblasti výučby a výskumu DNA..

KTT SAV a tím pôvodcov
www.ktt.sav.sk