

NUKLEOVÉ KYSELINY

Nukleové kyseliny sú biomakromolekulové látky zodpovedné za organizáciu a reprodukciu živej hmoty. Vo svojich makromolekulách nukleové kyseliny uchovávajú a prenášajú **genetickú informáciu bunky** a ich prostredníctvom sa táto informácia prepisuje do špecifickej štruktúry bielkovín.

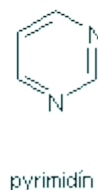
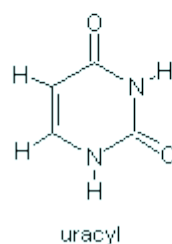
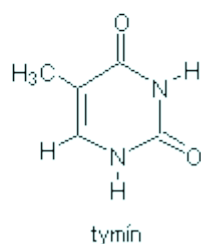
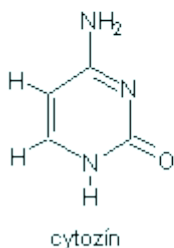
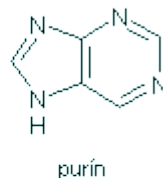
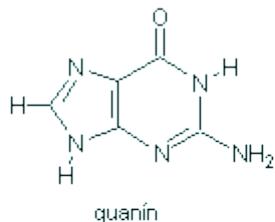
Štruktúra nukleotidu

Nukleové kyseliny sú **polynukleotidy**, ktorých stavebou jednotkou sú **nukleotidy**. Nukleotid sa skladá z troch častí:

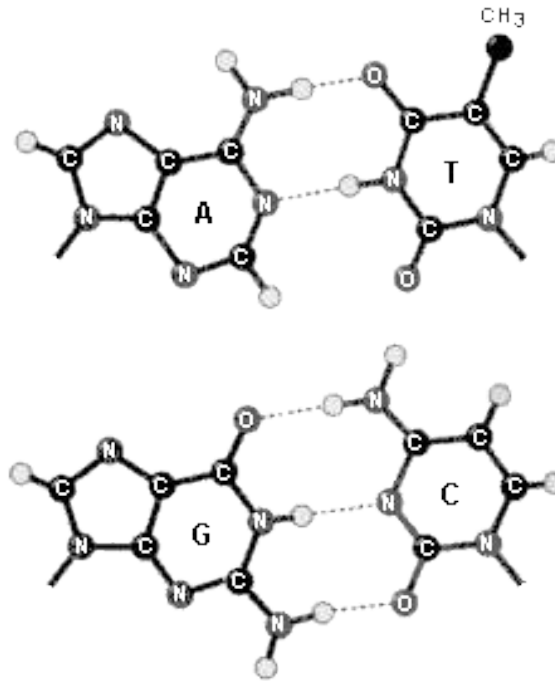
1. **zásaditá** - heterocyklické dusíkaté purínové alebo pyrimidínové bázy,
2. **neutrálna** - pentózy D-ribóza alebo 2-deoxy-D-ribóza,
3. **kyslá** - kyselina trihydrogénfosforečná H_3PO_4 .

Dusíkaté bázy sú heterocyklické zlúčeniny, kde heteroatómom je dusík. Sú odvodené od:

- a. **purínu** (adenín A, guanín G)
- b. **pyrimidínu** (cytozín C, tymín T, uracil U).

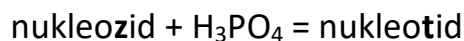


V prípade dvojlákových nukleových kyselín sa **adenín páruje s tymínom** (alebo **uracilom**) (A-T, A-U) a **guanín sa páruje s cytozínom** (G-C). Toto párovanie sa nazýva **komplementarita dusíkatých báz**.

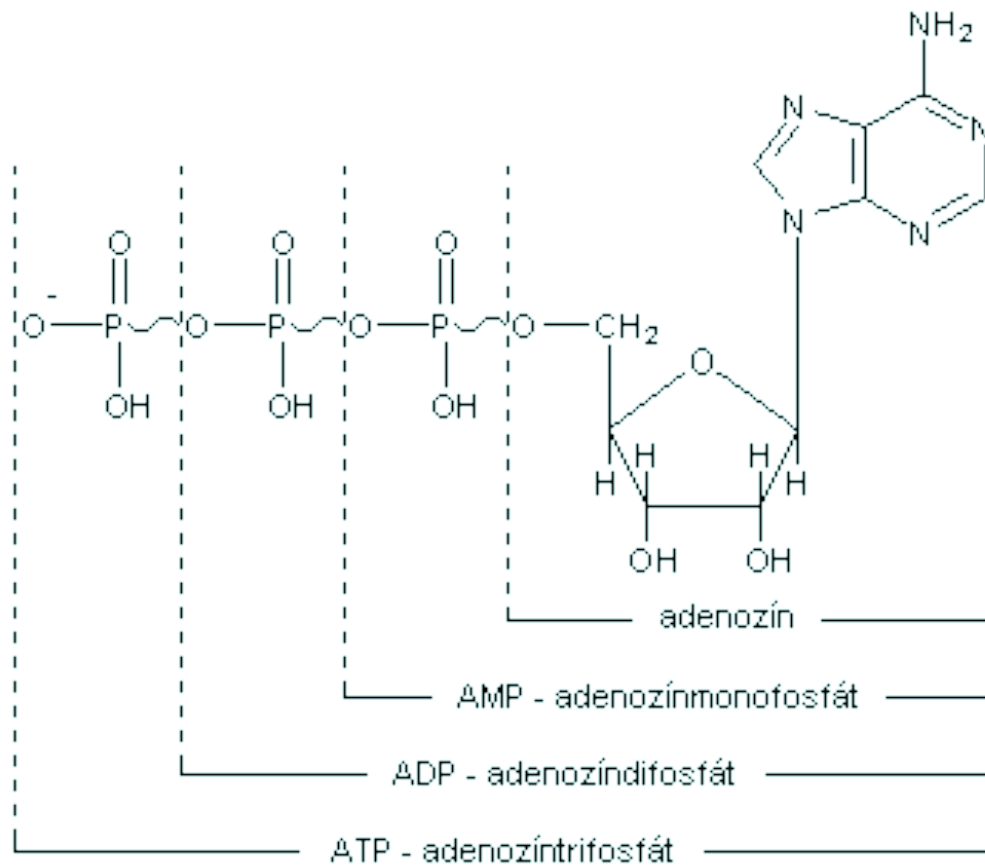


Obr. Párovanie dusíkatých báz

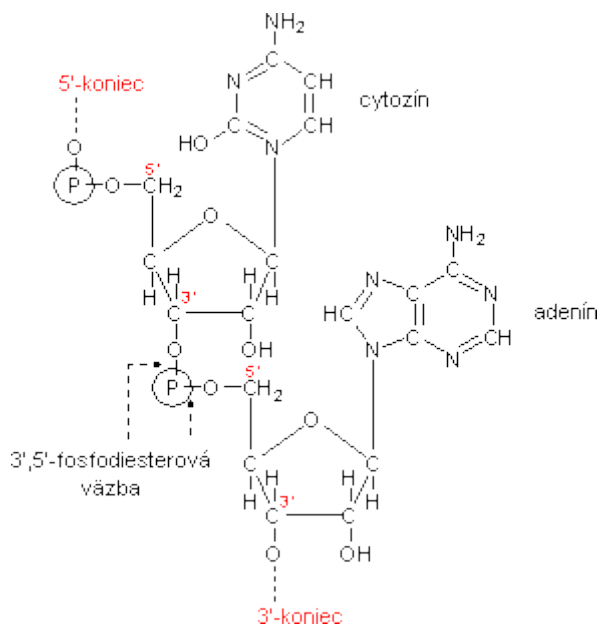
Nukleotid vzniká vzájomnou kondenzáciou všetkých troch zložiek, pričom sa uvoľňujú molekuly vody. **Nukleotid je nukleozid esterifikovaný kyselinou trihydrogénfosforečnou.** Nukleotidy a nukleozidy nie sú len stavebnou jednotkou nukleových kyselín. V bunkách môžu plniť rôzne funkcie. Zúčastňujú sa napríklad na prenose vodíka (NAD-nikotínamidadenín-dinukleotid, FAD - flavínadenín-dinukleotid), na prenose charakteristických skupín (napr. $-NH_2$), na biosyntéze bielkovín, sacharidov a lipidov.



Obzvlášť dôležitými nukleotidmi sú AMP, ADP a hlavne **ATP**, ktoré sa zúčastňujú prenosu voľnej chemickej energie. V bunke plnia úlohu tzv. "**univerzálneho energetického platidla**". ATP (adenozíntrifosfát) predstavuje primárny zdroj energie pre bunku. Energia sa uvoľňuje pri hydrolytickom štiepení molekuly kyseliny trihydrogénfosforečnej z nukleotidu ATP. Takto získaná energia je väčšia ako pri hydrolýze iných typov zlúčenín, preto ATP nazývame **makroergickou zlúčeninou** a makroergickú väzbu označujeme vlnovkou (nie je to nijako špeciálny typ väzby, je to proste obyčajná kovalentná väzba a vlnovkou zdôrazňujeme len jej energetický význam).



Polynukleotid vzniká tak, že sa jednotlivé nukleotidy navzájom viažu intranukleotidovou esterovou väzbou pomocou H₃PO₄ medzi uhlíkmi C₃ a C₅ dvoch susedných ribofuranóz. Medzi nukleotidmi vzniká teda **3',5'-fosfodiesterová väzba** (čítaj 'tri s čiarou päť s čiarou...').



Rozdelenie nukleových kyselín

Podľa zloženia nukleotidov a sacharidovej zložky rozlišujeme **dva typy** nukleových kyselín:

1. **DNA** - deoxyribonukleová kyselina
2. **RNA** - ribonukleová kyselina

DNA

Deoxyribonukleová kyselina sa skladá z týchto častí:

1. dusíkaté bázy: **purínové** (adenín, guanín), **pyrimidínové** (tymín, cytozín),
2. cukor: **2-deoxy-D-ribóza**,
3. kys. trihydrogénfosforečná.

Makromolekula DNA je podobne ako bielkoviny charakterizovaná **primárnou, sekundárnou a terciárnou štruktúrou**.

Primárna štruktúra DNA je daná poradím nukleotidov, ktoré sú do polynukleotidového reťazca viazané už spomínanou 3',5'-fosfodiesterovou väzbou. Primárna štruktúra DNA určuje poradie aminokyselín v bielkovinách. Sekvencia nukleotidov, ktorá obsahuje informáciu pre syntézu určitého produktu (najčastejšie je ním funkčná enzymatická bielkovina), sa nazývajú **gén**.

Súbor všetkých génov nachádzajúcich sa v bunke sa nazýva **genóm**. Porucha v sekvencii nukleotidov, teda porucha primárnej štruktúry DNA spôsobuje genetické poruchy živých organizmov.

Na rozdiel od primárnej štruktúry bielkovín, kde sa mohlo viazať približne 20 aminokyselín, primárna štruktúra NK obsahuje prakticky iba štyri nukleotidy, pričom pomer adenínu s tymínom (A : T) a guanínu s cytozínom (C : G) je rovnaký 1 : 1.

Sekundárnu štruktúru DNA tvoria dva polynukleotidové reťazce, ktoré sú **antiparalelne** spletené do pravotočivej dvojzávitnice, tzv. **dvojitý α -helix**. Sekundárna štruktúra je pomerne stabilná. Stabilitu jej dodávajú vodíkové väzby, ktorými sa viažu dvojice dusíkatých báz na princípe komplementarity - doplnkovosti (obrázok hore), pričom medzi A-T sa tvoria 2 vodíkové väzby a medzi C-G sa tvoria 3 vodíkové väzby.

Poznámka

Antiparalelná je taká konštelácia dvojzávitnice DNA, že oproti reťazcu, ktorý má fosfodiesterové väzby v smere 3'-5', je naložený druhý reťazec orientovaný v opačnom smere, tzn. 5'-3'.

Terciárna štruktúra DNA vzniká stočením dvojzávitnice v priestore do tzv. **superhelixu**. Takto zvinutá DNA sa nazýva **superšpiralizovaná DNA**.

RNA

Ribonukleová kyselina sa skladá z týchto častí:

1. dusíkaté bázy: **purínové** (adenín, guanín), **pyrimidínové** (uracil, cytozín),
2. cukor: **D-ribóza**,
3. kys. trihydrogénfosforečná.

Primárna štruktúra RNA je v podstate rovnaká ako u DNA. Rozdiel je len v zložení nukleotidov, v ktorých namiesto deoxyribózy sa nachádza ribóza a z dusíkatých báz namiesto tymínu sa nachádza uracil. Párovanie báz pri tvorbe heteroduplexov alebo dvojzávitnicových molekúl je potom takéto: **A-U a G-C**.

Poznámka

Pojmom **heteroduplex** sa označuje dvojzávitnica tvorená kombináciou jednovláknových molekúl DNA-RNA, ktorá vzniká napríklad v priebehu transkripcie, kedy RNA-polymeráza pripája nukleotidy RNA na jednovláknovú maticu DNA. Treba zdôrazniť, že takýto heteroduplexný úsek DNA-RNA je len veľmi krátky a rýchlo sa pôsobením polymerázy rozpadá na DNA a predlžujúcu sa RNA.

Sekundárna a terciárna štruktúra RNA je oveľa rôznorodejšia ako v prípade DNA. Pri izolácii RNA z bunky dostaneme vzorku, ktorá obsahuje rôzne typy tejto nukleovej kyseliny. Dokonca aj molekula jedného typu RNA nemusí mať rovnakú priestorovú štruktúru. Veľká väčšina RNA je jednovláknová, ale môže byť vytvorená vnútorná dvojzávitnica. Ribonukleové kyseliny sa od seba odlišujú nielen funkciou, miestom výskytu ale aj molekulovou hmotnosťou a štruktúrou.

Podľa biologickej funkcie a lokalizácie delíme RNA na 3 základné typy: **mRNA**, **rRNA** a **tRNA**.

Mediátorová (messengerová) RNA (mRNA)

Mediátorová RNA (mRNA) (*angl.* messenger = posol) - alebo informačná (iRNA), predstavuje 5-10% obsahu RNA v bunke. Jej úlohou je prenos genetickej informácie z DNA na biosyntézu bielkovín. Tvorí sa priamo na polyreťazci DNA na základe komplementarity báz, takže A z DNA sa prepíše ako U do RNA, G sa prepíše ako C, T ako A a C ako G. Má jednovláknovú štruktúru a jej dĺžka samozrejme závisí od množstva informácií, ktoré nesie. Trojice nukleotidov v mRNA nazývané **kodóny** pri proteosyntéze predstavujú informáciu pre zaradenie jednej aminokyseliny do polypeptidového reťazca. Relatívna molekulová hmotnosť mRNA je 25000 až 10^6 .

Ribozómová RNA (rRNA)

Ribozómová RNA (rRNA) tvorí základnú stavebnú zložku ribozómov a predstavuje až 90% obsahu NK v bunke. Má veľký význam pri proteosyntéze bielkovín. Časti makromolekuly RNA môžu mať tvar dvojitej závitnice. Ribozómové NK sa najčastejšie charakterizujú sedimentačným koeficientom S. Čím je väčšia hodnota S, tým má rRNA väčšiu molekulovú hmotnosť.

Transferová RNA (tRNA)

Transferová RNA (tRNA) má veľký význam pri proteosyntéze. Zabezpečuje prenos aktivovaných aminokyselín na miesto tvorby polypeptidového reťazca. Špecifickosť tRNA pre prenos danej aminokyseliny určuje trojica nukleotidov v strednej časti molekuly -**antikodón**, ktorým tRNA interaguje prostredníctvom vodíkových väzieb a na základe komplementarity báz s kodónom na mRNA. tRNA nemajú veľkú molekulovú hmotnosť a obsahujú okolo 70 až 80 nukleotidov. V bunke sa nachádzajú rozpustené v cytoplazme.

Porovnanie štruktúry RNA a DNA

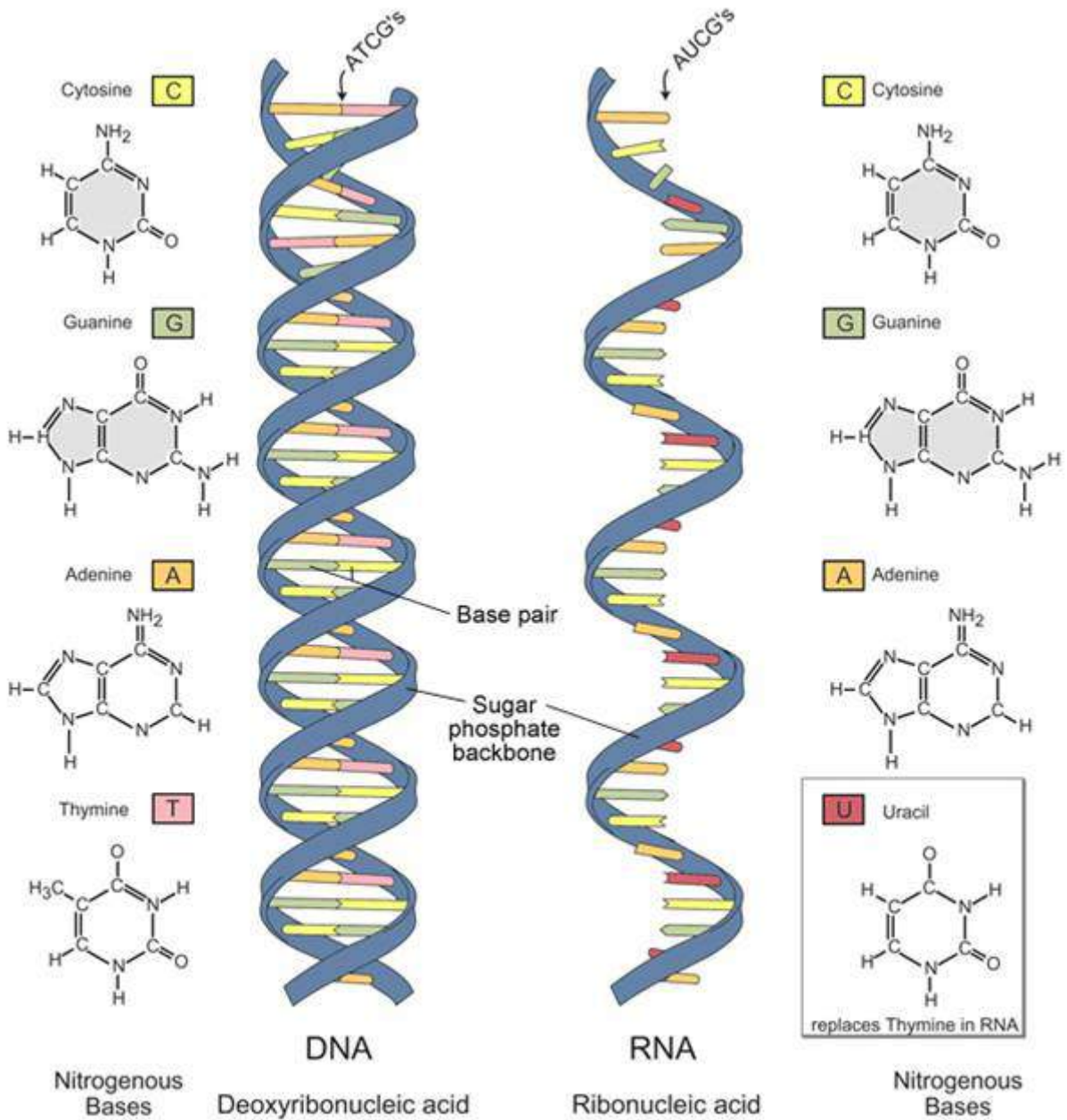


Image adapted from: National Human Genome Research Institute.

