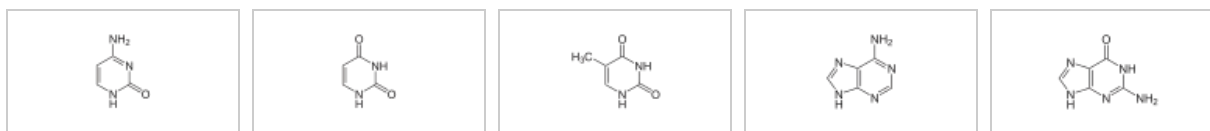


Základní složky nukleových kyselin

Mononukleotid obsahuje tři složky, a sice **pentózu, fosfát a dusíkatou bázi**. Centrální postavení mezi nimi má pentóza, buď β -D-ribofuranóza (**ribóza**) nebo 2'-deoxy- β -D-ribofuranóza (**deoxyribóza**). V nukleotidech se uhlíky pentózy číslovají s apostrofem (C2'..cé dvě s čarou), aby se odlišily od uhlíků báze. Podle typu pentózy se rozlišují ribonukleové kyseliny (ribonucleic acid, **RNA**) a deoxyribonukleové kyseliny (**DNA**). Pentóza se vyskytuje v různých konformacích. Jestliže C2' vystupuje nad rovinu furanózového kruhu shodně s C5', jde o konformaci 2'-endo, jestliže takto vystupuje C3', konformace se nazývá 3'-endo. Konformace pentóz se mění při funkčně významných proměnách ve vyšší struktuře nukleových kyselin.

Na C1 pentózy je N- β -glykosidovou vazbou navázána **báze**. Báze jsou odvozeny buď od pyrimidinu (**cytosin, uracil, thymin**) nebo od purinu (**adenin, guanin**). V RNA se thymin vyskytuje jen výjimečně, DNA neobsahuje uracil. Nositelem bazického charakteru těchto sloučenin jsou heterocyklické dusíky, které však v buňce při pH kolem 7 nejsou protonovány.



Cytosin

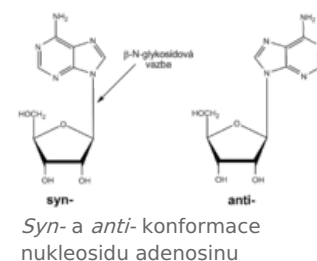
Uracil

Thymin

Adenin

Guanin

Sloučenina dusíkaté báze se sacharidem se nazývá **nukleosid**, podle pentózy ribonukleosid (konkrétně adenosin, guanosin, cytidin, thymidin) nebo deoxyribonukleosid (deoxyadenosin, deoxyguanosin, deoxycytidin, deoxyuridin). Heterocykly bází jsou ploché, jejich rovina je přibližně kolmá k rovině furanózového kruhu pentózy. Na první pohled se zdá, že báze může vzhledem k pentóze rotovat kolem glykosidové vazby. Sterické zábrany však umožňují zaujmout pouze *syn*- nebo *anti*- konformaci, podle toho, zda je báze kolem glykosidové vazby otočena nad plochu pentózy (*syn*-) nebo na stranu opačnou (*anti*-). V přirozené dsDNA převládá *anti*-konformace purinů i pyrimidinů.



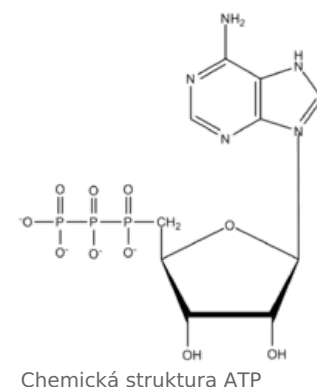
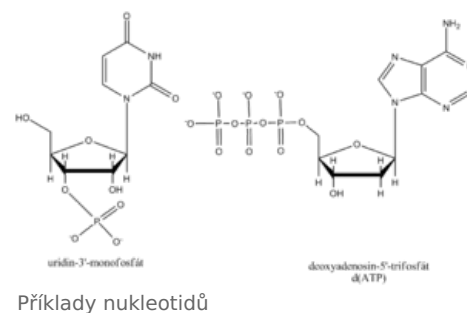
Esterifikací sacharidu kyselinou trihydrogenfosforečnou z nukleosidu vzniká **nukleotid**. V ribonukleotidech může být fosfát navázán v poloze 2', 3' nebo 5', v deoxyribonukleotidech v poloze 3' nebo 5'.

Vzhledem ke složitosti vzorců a délce názvů složek nukleových kyselin nomenklaturní komise **Mezinárodní unie pro čistou a použitou chemii (IUPAC)** stanovila pravidla pro užívání názvů, zkratk jedno- nebo třípísmenových symbolů. Nejužívanější z nich uvádí tabulka:

Názvosloví, symboly a zkratky nukleových kyselin a jejich složek

| Báze | Ribonukleosid | | | | Deoxyribonukleosid | | |
|---------------------|---------------|---------------|----------|------------|---------------------|-----------|-------------|
| | N | | | | dN | | |
| Pyrimidinové | Pyr | -idin | Y | Pyd | Deoxy- -idin | dY | dPyd |
| Cytosin | Cyt | Cytidin | C | Cyd | Deoxycytidin | dC | dCyd |
| Uracil | Ura | Uridin | U | Urd | Deoxyuridin | dU | dUrd |
| Thymin | Thy | Ribosylthymin | T | Thd | (Deoxy)thymidin | dT | dThd |
| Purinové | Pur | -osin | R | Puo | Deoxy- -osin | dR | dPud |
| Adenin | Ade | Adenosin | A | Ado | Deoxyadenosin | dA | dAdo |
| Guanin | Gua | Guanosin | G | Guo | Deoxyguanosin | dG | dGuo |
| Hypoxantin | Hyp | Inosin | I | Ino | | | |
| Xantin | Xan | Xantosin | X | Xao | | | |
| Orotát | Oro | Orotodin | O | Ord | | | |

Příklady



| | | |
|--------------------------------|---|------|
| Uridin-5'-fosfát | Urd-5'-P | UMP |
| Uridin-3'-fosfát | Urd-3'-P | |
| Adenosin-5'-difosfát | Ado-5'-PP | ADP |
| Adenosin-5'-trifosfát | Ado-5'-PPP | ATP |
| Cyklický adenosin-3',5'-fosfát | Ado-3',5'-P | cAMP |
| Deoxycytidin-5'-fosfát | dCyd-5'-P | dCMP |
| Izoakceptorové RNA | tRNA ₁ ^{AA} , tRNA ₂ ^{AA} , tRNA ₅ ^{AA} | |
| Aminoacyl-tRNA | AA-tRNA | |
| Heterogenní jaderná RNA | hnRNA | |
| Malá jaderná RNA | snRNA (small nuclear RNA) | |
| Malá jadérková RNA | snoRNA (small nucleolar RNA) | |
| DNA komplementární k mRNA | cDNA | |

Poznámky k tabulce:

1. Komise IUPAC rezervovala jednopísmenové symboly C, T, A, G apod. pro nukleosidy zařazené v oligo- nebo polynukleotidu. Píše se CpUpGpAp nebo C-U-G-Ap v případě RNA a d(pApGpT) nebo d(pA-G-T) v případě DNA. Fosfáty (a koncové fosfáty) se značí malým písmenem p. Pokud není polarita řetězce udána čísly nebo šipkami mezi písmeny, pak 5'-konec řetězce se v zápisu nalézá vlevo a 3'-konec vpravo. Je-li na některém konci symbol p, znamená to, že koncová 5'- nebo 3'-OH skupina je esterifikována fosfátem. Jednopísmenové symboly se nepoužívají pro mononukleotidy; ty se mohou popisovat pouze třípísmenovými symboly a fosfát je zapisován jako velké písmeno P.
2. Předpona deoxy- se zpravidla u thymidinu vynechává, takže dT je thymidin. T je ribosylthymin, vyskytuje se např. v transferových RNA.
3. Zkratky ATP, CDP, dGMP jsou rezervovány pouze pro nukleosid-5'-fosfáty, nikoli 3'- nebo 2'-fosfáty. První fosfát, označovaný jako α , je na pentózu napojen esterovou vazbou, druhý (β) a třetí (γ) fosfát tvoří s předchozím fosfátem anhydrid.
4. Fosfát se může fosfodiesterovou vazbou vázat na dva uhlíky téže pentózy, čímž vzniká ve sloučenině další heterocyklus, proto se sloučenina nazývá cyklický nukleotid. Zkratkami cAMP a cGMP se označují příslušné 3',5'-fosfáty; mají významnou signální funkci v buňce.

Minoritní báze

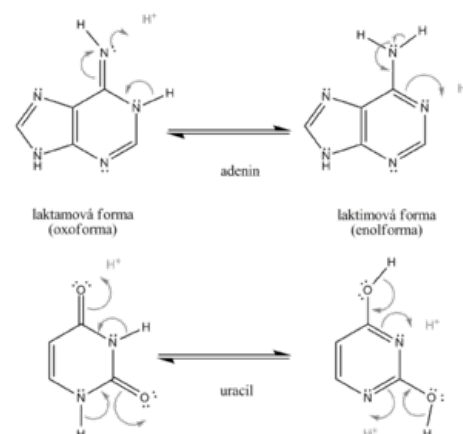
Vedle uvedených základních složek se v nukleových kyselinách vyskytují další, tzv. **minoritní báze a nukleosidy**. Většinou vznikají dodatečnou metylací báze nebo pentózy po jejich vestavění do polynukleotidu, existuje např. N-6-metyladenosin (m^6A), 5-metylcytosin (m^5C), 2'-O-metylguanosen (Gm). V transferových RNA se nachází dihydrouracil a thyminribosid. Minoritní báze a nukleosidy se asi účastní tvorby signálních míst nebo jejich substituenty chrání nukleovou kyselinu před štěpením nukleázami. Další báze jsou metabolity základních bází, např. hypoxantin (6-oxopurin), xantin (2,6-dioxopurin) a kyselina močová (2,6,8-trioxopurin). Metylxantiny kofein (1,3,7-trimetylxantin), theofyllin (1,3-dimetylxantin) a theobromin (3,7-dimetylxantin) jsou farmakologicky účinné látky rostlinného původu.

Tautomerie bází a jejich další vlastnosti

Z vlastností bází je významná jejich **tautomerie**, kdy se izomery liší rozložením elektronů a protonů v molekule. Tato skutečnost je umožněna aromatickým charakterem heterocyklických kruhů, které existují v tautomerní rovnováze. U aminoskupin pozorujeme amino/imino tautomerii, u oxoskupin máme keto/enol tautomery. ^[1]

V buňce při pH kolem 7 převažuje laktamová forma u uracilu, guaninu a thyminu a laktimová forma u cytosinu a adeninu. Tautomerie je důležitá pro správné párování bází ve dvouřetězcových nukleových kyselinách.

Další vlastností bází je jejich charakteristické spektrum s maximem $\lambda=260$ nm. Je využíváno v řadě metodických přístupů ke studiu nukleových kyselin (čistota preparátu nukleových kyselin, jejich koncentrace, denaturace apod.)



Odkazy

Související články

- [Struktura nukleových kyselin](#)
- [Primární struktura nukleových kyselin](#)
- [Štěpení nukleové kyseliny hydrolýzou](#)
- [Metody sekvencování](#)
- [Sekundární struktura DNA](#)
- [Denaturace nukleových kyselin, molekulární hybridizace](#)
- [Sekundární struktura RNA](#)
- [Topologie DNA](#)

- Interakce DNA s proteiny
- Bakteriální chromozom
- Eukaryotické chromosomy
- DNA mitochondrií

Další kapitoly z knihy **ŠTÍPEK, S.: Stručná biochemie uchování a exprese genetické informace:**

Struktura nukleových kyselin: Základní složky nukleových kyselin • Primární struktura nukleových kyselin • Řetězec nukleové kyseliny lze štěpit neenzymovou nebo enzymovou hydrolýzou • Metody sekvencování •

Sekundární a vyšší struktura nukleových kyselin: Sekundární struktura DNA • Denaturace a reasociace řetězců nukleových kyselin, molekulární hybridizace • Sekundární struktura RNA • Topologie DNA; • Interakce DNA s proteiny, struktura chromosomu • Bakteriální chromosom • Eukaryotické chromosomy • DNA mitochondrií

Biosyntéza nukleových kyselin: Replikace DNA • Transkripce

Biosyntéza polypeptidového řetězce - translace: Transferové RNA (tRNA) • Aktivace aminokyselin, syntéza aminoacyl-tRNA • Funkce ribozómů v translaci • Translace u prokaryotů • Struktura ribozómů • Inicie translace • Elongace peptidů • Terminace translace • Inhibitory bakteriální translace • Translace u eukaryotů • Struktura ribozómů • Inicie eukaryotické translace • Elongace eukaryotické translace • Terminace eukaryotické translace • Inhibitory eukaryotické translace

Genetický kód

Biosyntéza nukleových kyselin a proteosyntéza v mitochondriích: Replikace mitochondriální DNA • Mitochondriální transkripce • Mitochondriální translace

Řízení genové exprese a proteosyntézy: Řízení genové exprese a proteosyntézy u prokaryot • Regulace na úrovni transkripce • Regulace sigma-faktory • Jacobův-Monodův operonový model • Regulační význam cAMP u bakterií • Variace operonového řízení genů • Tryptofanový a arabinosový operon • Řízení terminace transkripce • Regulace bakteriální proteosyntézy na úrovni translace • Řízení genové exprese a proteosyntézy u eukaryot • Regulace na úrovni uspořádání genů • Regulace na úrovni transkripce • Regulace posttranskripčních úprav pre-mRNA • Regulace na úrovni translace • Řízení rychlosti degradace mRNA • Regulace funkce proteinu kotranslačními a posttranslačními úpravami

Posttranslační úpravy a targeting proteinů: Signální sekvence polypeptidu, volné a vázané ribozómy • Posttranslační glykosylace proteinů • Targeting nezávislý na glykosylaci proteinů • Targeting mitochondriálních proteinů • Targeting jaderných proteinů • Rozhodovací mechanismus k destrukci nefunkčních proteinů • Receptorem zprostředkovaná endocytóza

Biochemie virů: Reprodukce DNA virů • Reprodukce RNA virů • Interferony

Biochemie genového inženýrství: Štěpení DNA na definovaném místě řetězce • Účinné dělení fragmentů DNA elektroforézou • Identifikace restričních fragmentů • Syntéza umělé DNA • Pomnožení a exprese izolovaného nebo umělého genu v hostitelské buňce

Zdroje

- ŠTÍPEK, Stanislav. *Stručná biochemie : Uchování a exprese genetické informace*. 1. vydání. Medprint, 1998. 92 s. s. 8-11. [ISBN 80-902036-2-0](#).
- 1. MURRAY, Robert K. *Harperova Biochemie*. 23. vydání. Jihlava : Nakladatelství H+H, 2002. [ISBN 80-7319-013-3](#).