

# Molekulárně biologické základy dědičnosti

The background features abstract, overlapping green geometric shapes in various shades, including light lime green, medium green, and dark forest green. These shapes are primarily located on the right side and bottom of the slide, creating a modern, scientific aesthetic.

# **MAKROMOLEKULY**

The background features abstract, overlapping green geometric shapes in various shades of green, ranging from light to dark, creating a modern and dynamic visual effect. The shapes are primarily located on the right and bottom edges of the frame, with some extending towards the center.

# Nejvýznamnější biomakromolekuly

- Nukleové kyseliny
- Proteiny
- Polyacharidy
- Lipidy, anorganická složka živých soustav

# Nukleové kyseliny

## Funkce

Uchovávání a přenos (během dělení buněk) genetické informace  
Určují „program“ buňky a nepřímo i celého organismu

## Stavba

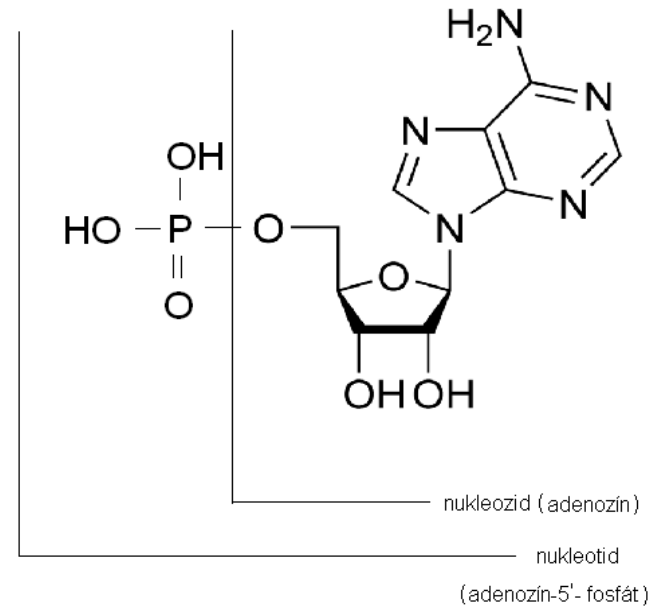
řetězec – polymer nukleotidů vzájemně spojených  
(tisíce až milion nukleotidů)

**DNA=deoxyribonukleová kyselina**

**RNA=ribonukleové kyselina**

**Nukleotid – jednotkou nukleových kyselin - 4 druhy**

**Cukr + báze + zbytek kys. fosforečné**



# Nukleotid

5 uhlíkatý cukr (pentóza)

2-deoxy-D-ribóza (DNA) /D-ribóza (RNA)

Fosfát (zbytek kyseliny fosforečné)  $\text{HPO}_3$

Báze – 4 druhy

# Nukleosid

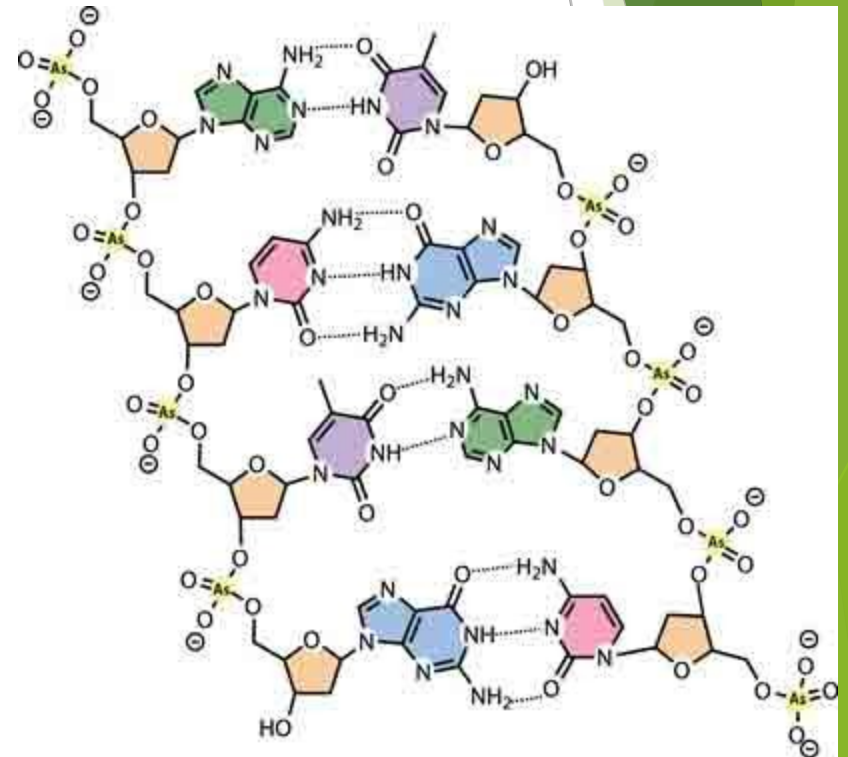
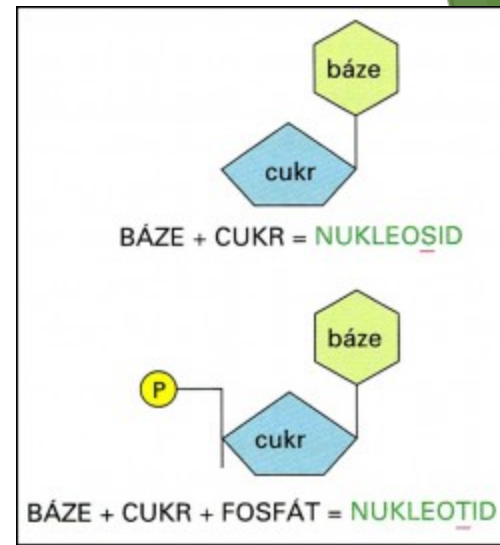
5 uhlíkatý cukr (pentóza)

2-deoxy-D-ribóza (DNA)/D-ribóza (RNA)

Báze – 4 druhy

Spojení horizontální: vodíkové můstky

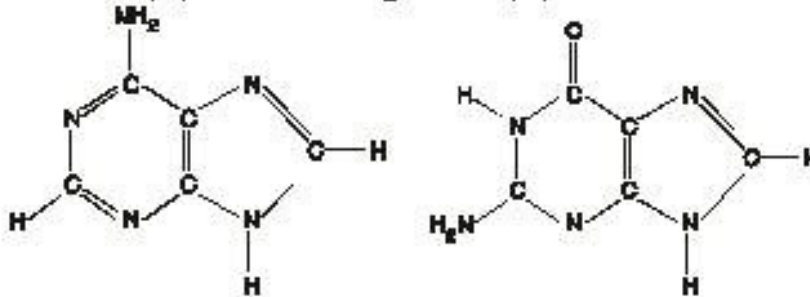
Spojení vertikální: fosfodiesterové vazby



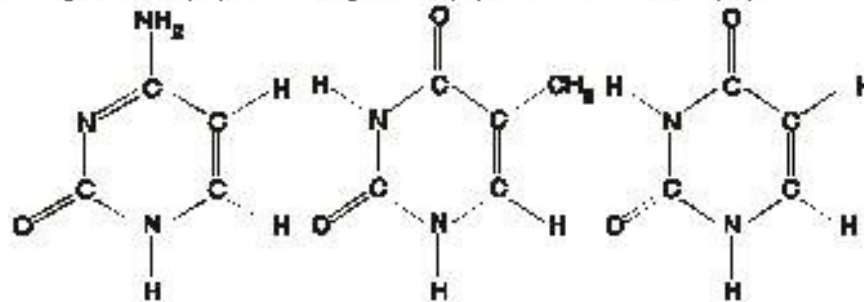
# Dusíkaté báze - párování

DNA	RNA
A-T C-G	A-U C-G

- purinové – adenin (A) a guanin (G)



- pyrimidinové – cytosin (C), thymin (T) a uracil (U)

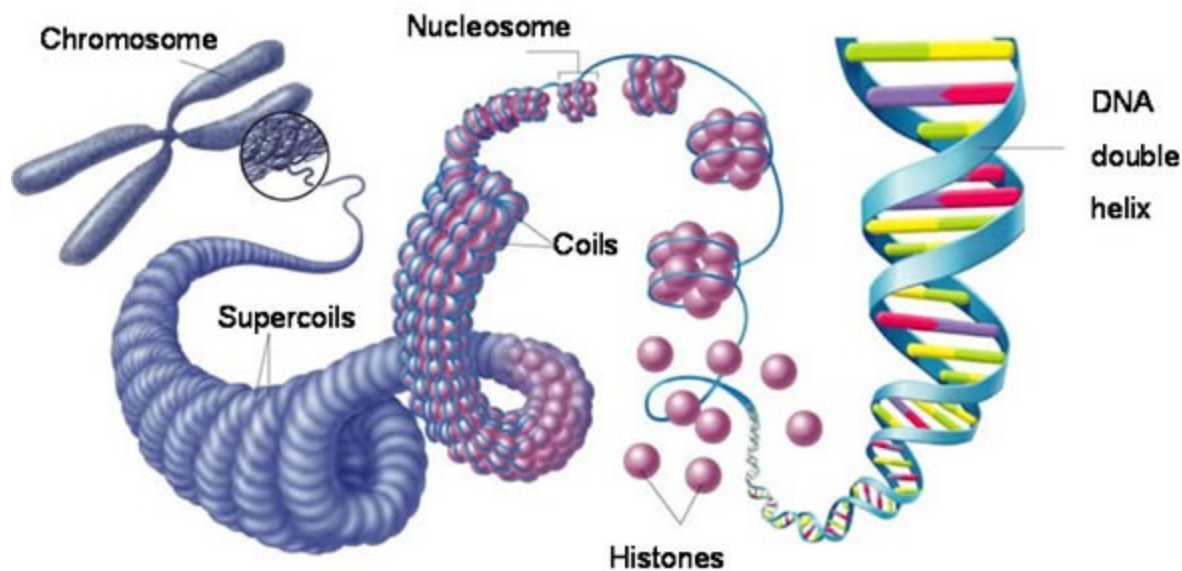
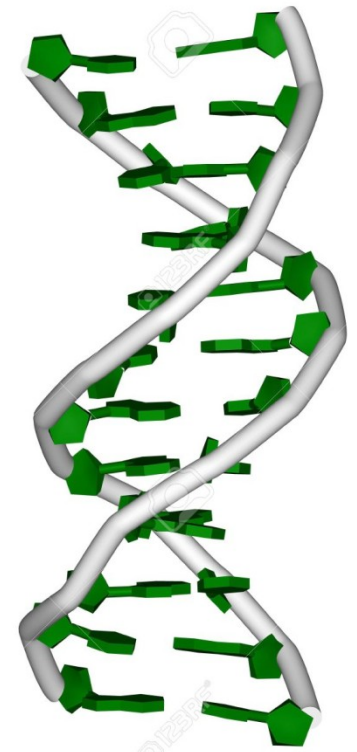


# DNA - deoxyribonukleová kyselina

Skládá se ze 2 vláken - řetězců („double helix“)  
- komplementární a antiparalelní

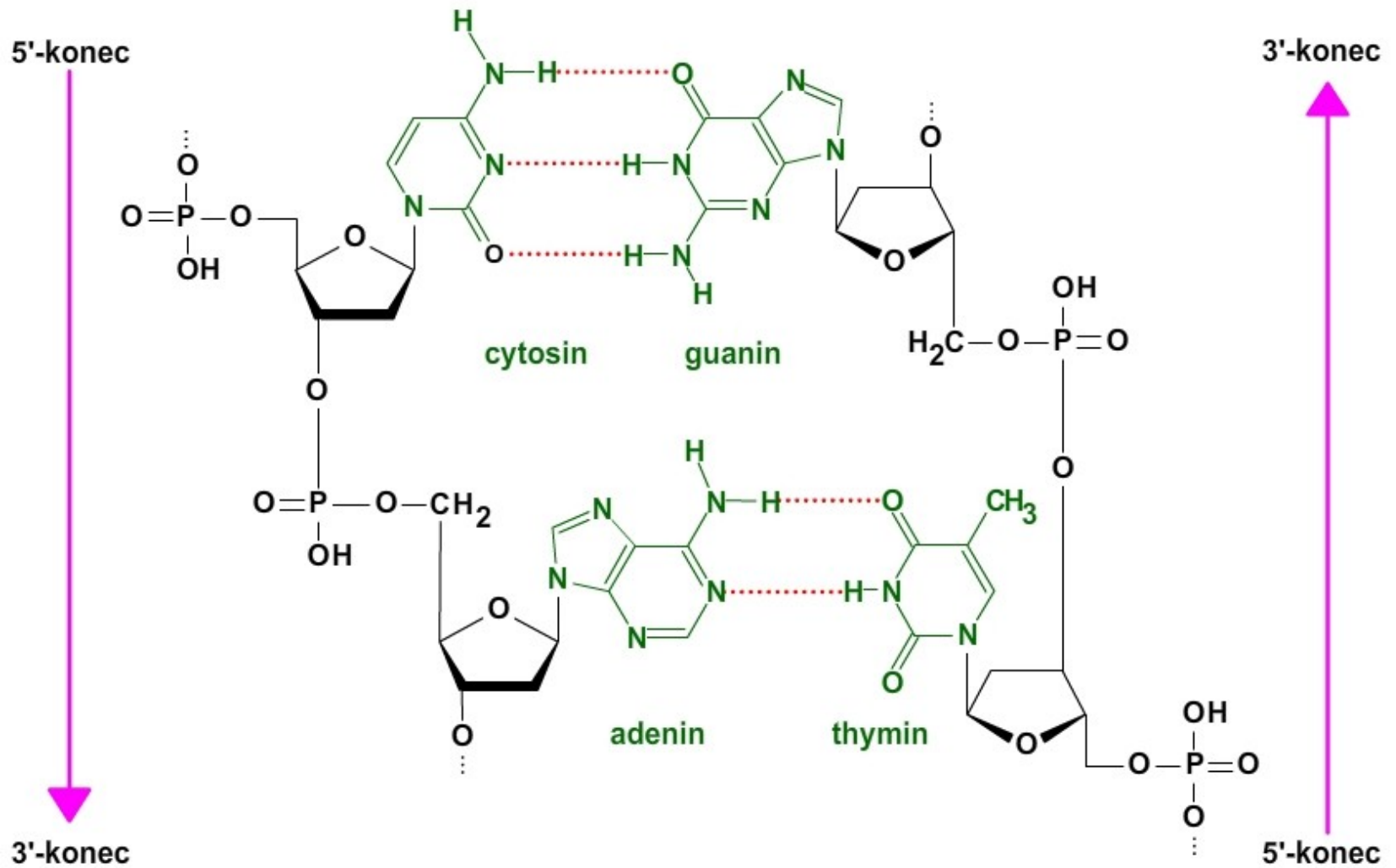
Řetězce se otáčejí proti sobě a vytvářejí dvoušroubovici  
Spojení prostřednictvím vodíkových můstků v místě bází

Stabilní (neopouští prostor buněčného jádra)



# Antiparalelní řetězce DNA a komplementarita bází

## Komplementarita bází - DNA

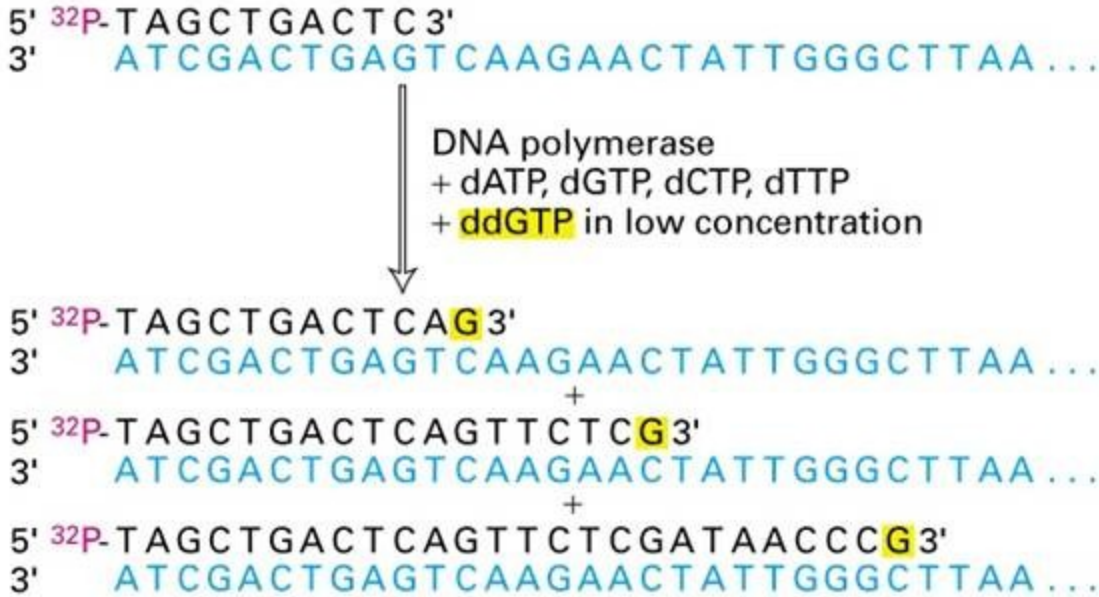




# Gen

=konkrétní úsek DNA nesoucí dědičnou informaci pro tvorbu bílkoviny

(b)



Sled nukleotidů (bází) v sobě uchovává genetickou informaci.

.....Informace pro utvoření určité vlastnosti organismu.

Různým sledem nukleotidů lze dosáhnout velkého počtu kombinací.

CCCTGGTGGACACACCCTAGGTTGGCCA  
ATCTACTCCCAGGACAGGGAGGGCAGGAG  
CCAGGGCTGGCATAAAAAGTCAGGGCAGAG  
CCATCTATTGCTTACATTTGCTTCTGACAC  
AACTGTGTCTACTAGCAACTCAACAGACA  
CCATGGTGCACTGACTCCTGAGGAGAAGT  
CTGTTGGGGCAGGTGA  
TGTGGTGGCCCTGG  
GGTTTCAAGACAGGT  
TTAAGGAGACCAATAGAACTGGGCATGTG  
GAGACAGAGAAGACTCTTGGGTTTCTGATA  
GGCACTGACTCTCTCTGCTATTGGTCTAT  
TTCCACCCCTTAGGCTGCTGGTGGTCTAC  
CCTTGGACCCAGAGGTTCTTTGAGTCCCTT  
GGGGATCTGCCACTCCTGATGCTGTATG  
GGCAACCTTAAGGTGAAGGCTCATGGCAAG  
AAAGTCTCGGTGCTTTAGTGTAGGCTG  
GCTCACTGGACAACCTCAAGGCACCTTT  
GCCACACTGAGTGCCTGCATGTGACAAG  
CTGCACGTGGATCCTGAGAATTCAGGGTG  
AGTCTATGGGACCCCTGATGTTTCTTCC  
CCTTCTTTCTATGGTTAAGTTCATGTGAT  
AGGAAGGGGAGAAGTAAACAGGGTACAGTT  
AGAATGGGAACAGACGAATGATGCAACA  
GTGTGGAAGTCTCAGGATCGTTTATGTTTC  
TTTTATTGCTGTTCATAACAAATGTTTTC  
TTTTGTTAATCTTGTCTTCTTTTCTTTT  
CTTCTCCGCAATTTTACTATTATACTTAA  
TGCCTAACATTTGTATAACAAAAGGAAA  
TATCTCTGAGTACATTAACTAATTA  
AAAACTTACACAGTCTGCCTAGTACATT  
ACTATTGGAATATATGTGTGCTTATTTGC  
ATATTCATAATCTCCCTACTTTATTTCTT  
TTATTTTAAATGATACATAATCATATAC  
ATATTATGGGTTAAAGTGAATGTTTAA  
TATGTACACATATTGACCAATCAGGGT  
AATTTGCATTTGTAATTTAAAAATGCT  
TTCTTCTTAAATAACTTTTTGTTTATC  
TTATTTCTAAACTTTCCCTAATCTTTC  
TTTCAGGGCAATAATGATACAATGATCAT  
GCCTCTTTGCACCATTCTAAAGAAATAACAG  
TGATAATTTCTGGGTTAAGGCAATAGCAAT  
ATTTCTGCATATAAATTTCTGCATATAA  
ATTGTAACATGATAAGAGGTTTCATATTG  
CTAATAGCAGCTACAATCCAGCTACCATTC  
TGCTTTTATTATGGTTGGGATAAGGCTG  
GATTATTCTGAGTCCAAGCTAGGCCCTTTT  
GCTAATCATGTTTATACCTTTATCTTCT  
AGCTCCTGGGCAAGTGTCTGCTGCTG  
TGGCCATCACTTTGGCAAGAATT  
CACUCCACCAGTGCAGGCTGCCTATCAGAA  
AGTGGTGGCTGGTGGCTAATGCCCTGGC  
CCACAAGTATCACTAAGCTCGCTTTCTTGC  
TGTCCAATTTCTATTAAGGTTCTCTTGT  
CCCTAAGTCCACTACTAACTGGGGATA  
TTATGAAGGGCCTTGAAGCTGGATTCG  
CCTAATAAAAAACATTTATTTTCAATGCAA  
TGAIGTATTAAATTTTCTGAATATTT  
ACTAAAAGGGAAATCTGGCAGGTCAGTGCA  
GAGCTGTC  
TATCTTAAA  
CTCCATGAAGAAGGTGAGGCTGCAACCCAG  
CTAATGCACATGGCAACAGCCCTGATGC  
CTATGCCTTATCATCCCTCAGAAAAGGAT  
TCTGTAGAGGCTTGATTTGCAGGTTAAAG  
TTTTGCTATGCTGATTTTACATTAATCTAT  
TGTTTTAGCTGCTCATGAATGCTTTTC

# Gen

## Strukturní

- nese informaci o primární struktuře proteinu:
  - stavebního proteinu
  - s biologickou nebo chemickou funkcí

## Regulační

- úsek DNA, plnící regulační funkci
- vazebná místa pro specifické proteiny, určující,
- zda gen bude či nebude prepisován

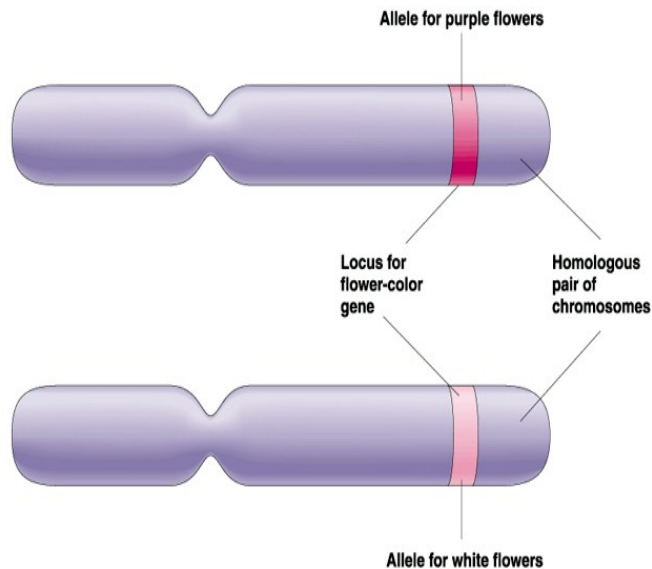
## Geny pro RNA

- nesou informaci pro stavbu tRNA a rRNA

```
CCTGTGGACACACACCCAGGCTTGGCCA  
ATCTACTCCCAGGACAGGGAGGGCAGGAG  
CCAGGGCTGGCATAAAAAGTCAGGGCAGAG  
CCATCTATTGCTTACATTTGCTTCTGACAC  
AACTGTGTCTACTAGCAACTCAACAGACA  
CCATGGTGCACTGACTCCTGAGGAGAAGT  
CTGCCGTTACTGCCCTGTGGGGCAGGTGA  
ACGTGGATGAAGTTGGTGGTGAGGCCCTGG  
GCAGCTTGGTATCAAGGTTCAAGCAGGT  
TTAAGGAGACCAATAGAACTGGGCATGTG  
GAGACAGAGAAGACTCTTGGGTTTCTGATA  
GGCACTGACTCTCTGCTTATGGTCTAT  
TTCCACCCCTTAGGCTGCTGGTGGTCTAC  
CCTTGGACCCAGAGGTTCTTTGAGTCTTTT  
GGGGATCTGTCCACTCCTGATGCTGTATG  
GGCAACCCCTAAGGTGAAGGCTCATGGCAAG  
AAAGTCTCGGTGCTTTAGTGTAGGCTG  
GCTCACCTGGACAACCTCAAGGCACCTTT  
GCCACACTGAGTGAGCTGCACTGTGACAAG  
CTGCACGTGGATCCTGAGAATTCAGGGGTG  
AGTCTATGGGACCCCTTGTATGTTTCTTCC  
CCTTCTTTCTATGGTTAAGTTCATGTCAT  
AGGAAGGGGAGAAGTAAACAGGGTACAGTTT  
AGAATGGGAACAGACGAATGATGCAACA  
GTGTGGAAGTCTCAGGATCGTTTAGTTTC  
TTTTATTGCTGTTCATAACAATTTGTTTC  
TTTTGTTAATCTTGTCTTCTTTTTTTT  
CTTCTCCGCAATTTTACTATTATACTTAA  
TGCCTTAACATTTGTATAACAAAAGGAAA  
TATCTCTGAGATACATTAAGTAACCTTAAA  
AAAACTTACACAGTCTGCCTAGTACATT  
ACTATTTGGAATATATGTGTGCTTATTTGC  
ATATTCATAAATCTCCCTACTTTATTTCTT  
TTATTTTAAATGATACATAATCATATATAC  
ATATTTATGGGTTAAAGTGAATGTTTAA  
TATGTATACACATATTGACCAATCAGGGT  
AATTTGCATTTGTAATTTAAAAAATGCT  
TTCTTCTTTAATAATACTTTTTGTTTATC  
TTATTTCTAAACTTTCCCTAACTCTTTC  
TTTCAGGCAATAATGATACAATGATCAT  
GCCTCTTTGCACCATTCTAAAGAAATAACAG  
TGATAATTTCTGGGTTAAGGCAATAGCAAT  
ATTTCTGCATATAAATTTCTGCATATAA  
ATTGTAACATGATGAAGAGGTTTCATATTTG  
CTAATAGCAGCTACAATCCAGCTACCAATC  
TGCTTTTATTATGTTGGGATAAGGCTG  
GATTATTCTGAGTCCAAGCTAGGCCCTTTT  
GCTAATCATGTTTACATACCTTATCTTCT  
CCCACAGCTCCTGGGCAAGTGTGGTCTG  
TGTGCTGGCCATCACTTTGGCAAGAATT  
CACCCACCAGTGCAGGCTGCCTATCAGAA  
AGTGGTGGCTGGTGGCTAATGCCCTGGC  
CCACAAGTATCACTAAGCTCGCTTCTTGC  
TGTCCAATTTCTATTAAGGTTCTTTGTT  
CCCTAAGTCCAACTACTAACTGGGGATA  
TTATGAAGGGCCTTGAAGCATCTGGATTCTG  
CCTAATAAAAAACATTTATTTTATTGCAA  
TGATGATTTAAATTTTCTGAATATTT  
ACTAAAAAGGGAAATGTGGAGGTCAGTGCA  
TTTAAACATAAAGAAATGATGAGCTGTT  
AAACCTTGGGAAATACACTATATCTTAAA  
CTCCATGAAGAAGGTGAGGCTGCAACCCAG  
CTAATGCACATGGCAACAGCCCTGATGC  
CTATGCCTTATTCATCCCTCAGAAAAGGAT  
TCTGTAGAGGCTTGATTTGCAGGTTAAAG  
TTTTGCTATGCTGATTTTACATTAATCTAT  
TGTTTTAGCTGTCTCATGAATGCTTTTC
```

**Alela = je varianta genu na molekulární úrovni**

- **alela zajišťuje konkrétní fenotypový projev genu**
- **každá alela má nepatrný rozdíl v sekvenci nukleotidů**
- **u jedince mohou na homologních jaderných chromozomech být přítomny pouze dvě alely**
- **alely se buď vyskytují v populaci ve dvou formách, tzn. že existují dvě odlišné alely daného genu nebo ve více formách – mnohotná alelie**



# RNA - ribonukleová kyselina

## Funkce

je prostředníkem realizace (exprese) informací uložených v DNA  
=proteosyntéza=syntéza bílkovin

## Stavba

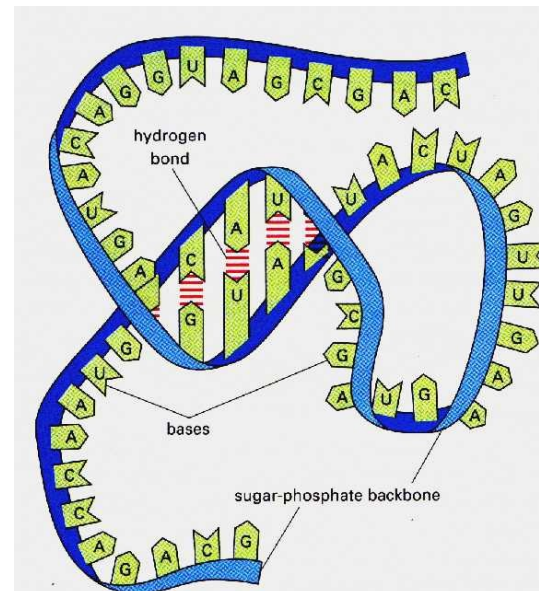
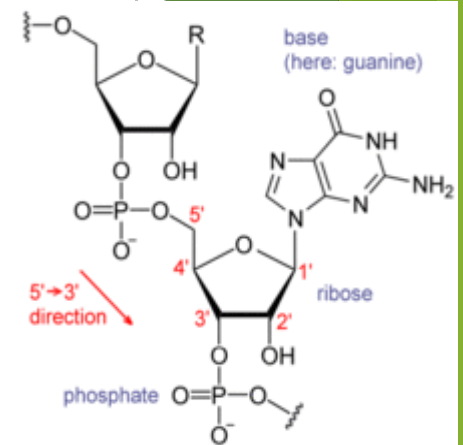
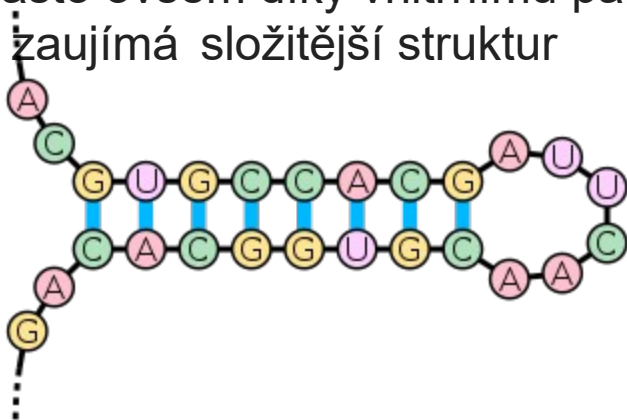
řetězec – polymer nukleotidů vzájemně spojených

5 uhlíkatý cukr (pentóza): **D-ribóza**

Fosfát (zbytek kyseliny fosforečné)  $\text{HPO}_3$

Báze – 4 druhy – A, U, C, G

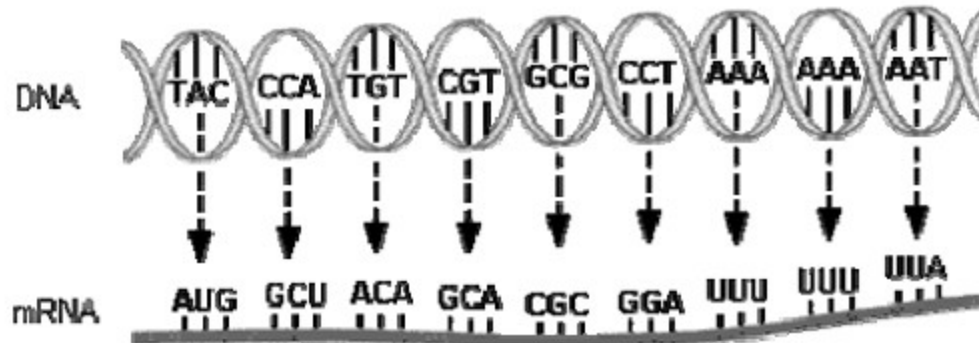
- na rozdíl od DNA obvykle jednovláknová
- často ovšem díky vnitřnímu párování zaujímá složitější strukturu



# Druhy RNA

## m-RNA

- ▶ Messenger RNA, informační RNA, mediátorová RNA;
- ▶ přenáší dědičnou informaci, která je uložena v genu a kóduje přesné pořadí AMK v bílkovině;
- ▶ vzniká přepisem (transkripcí) z DNA a následným sestřihem (splicing);
- ▶ z jádra je transportována do cytoplazmy, kde se ve spojení s ribozomy účastní syntézy bílkovin (translace)

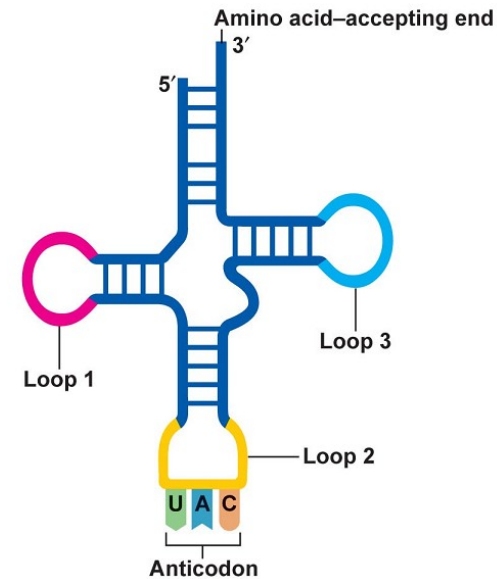




# Druhy RNA

## t-RNA

- Transferová RNA;
- přináší aminokyseliny na správné místo vznikajícího polypeptidu – na proteosyntetický aparát buňky
- za klasické schéma molekuly tRNA je považován „trojlístek jetele“;
- na konci CCA 3' je navázána esterovou vazbou přenášená AMK.
- vzniká transkripcí polymerasou III genů roztroušených na různých místech genomu;
- primární transkript je upraven sestřihem, kdy jsou odstraněny introny;

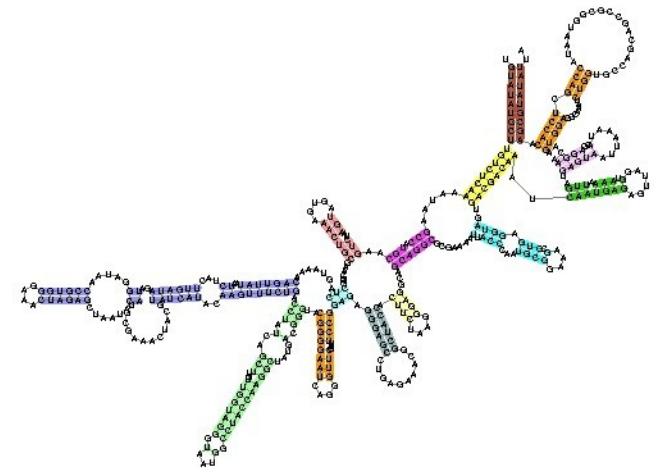
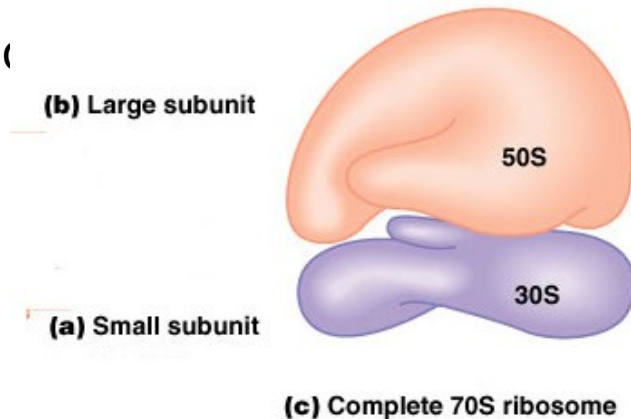


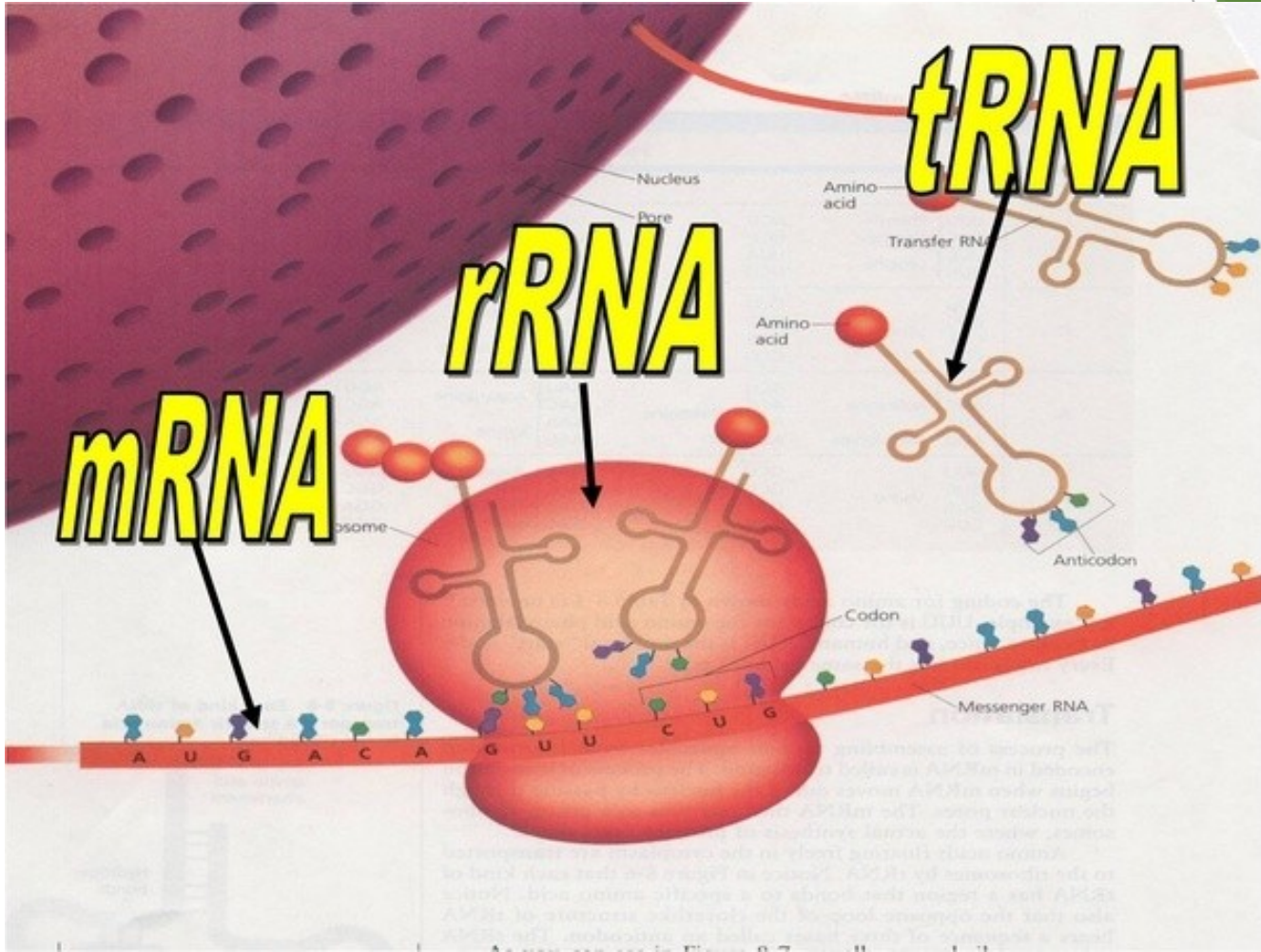
# Druhy RNA

## r-RNA

- Ribozomová RNA;
- spolu se specifickými bílkovinami se podílí na tvorbě ribozomu
- pravděpodobně zodpovědná za funkci rRNA v proteosyntéze
- Jednovláknitá i dvoušroubovice
- vzniká v jadérku podle zvláštního

přec







## DNA vs. RNA

### DNNA

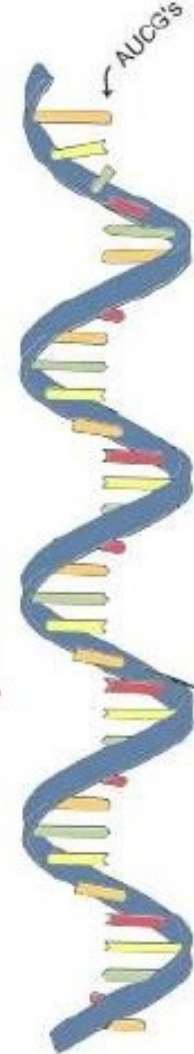
- deoxyribose sugar
- nitrogen bases
  - ◆ G, C, A, T
  - ◆ T : A
  - ◆ C : G
- double stranded



DNA

### RNA

- ribose sugar
- nitrogen bases
  - ◆ G, C, A, U
  - ◆ U : A
  - ◆ C : G
- single stranded



RNA

# Bílkoviny (proteiny)

- nejdůležitější biomakromolekuly
- součástí svalů, kůže, vlasů, krve.... 19% hmotnosti člověk
- ... univerzální, mohou mít funkci:

**Stavební** – keratin (vlasy, nehty), kolagen (kosti, šlachy, chrupavky, kůže)

**Řídící a regulační** – hormony (inzulín, tyroxin, glukagon)

**Zásobní** – dlouhodobý nedostatek sacharidů a tuků vede ke štěpení svalů, feritin (zásobní železo)

**Biochemická** – enzymy (štěpení škrobu amyláza, pepsin štěpení bílkovin)

**Transportní** – hemoglobin, albumin

**Pohybová** – myosin, aktin (svaly), tubulin (spermie)

Kontrolní

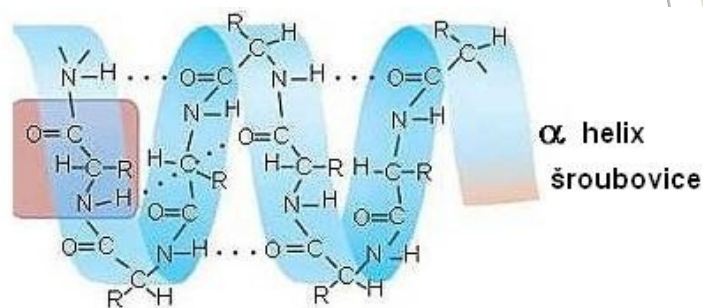
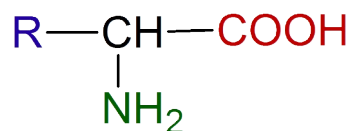
**Ochranná** – imunoglobuliny, fibrin

....odpovědné za realizaci projevů života!

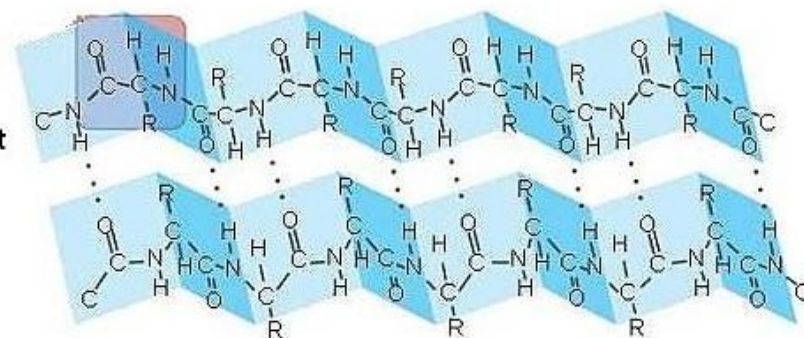
# Bílkoviny (proteiny)

skládají se z AK (aminokyselin) spojených peptidickou vazbou

Makromolekuly bílkovin zaujímají v prostoru různá složitá uspořádání



$\beta$  struktura  
skládání list



# Přehled základních aminokyselin

neutrální s nepolárním postranním řetězcem

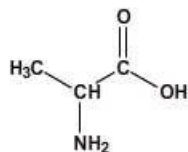
neutrální s polárním postranním řetězcem

kyselé

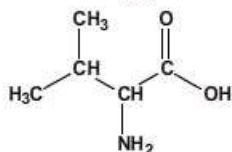
zásadité

esenciální

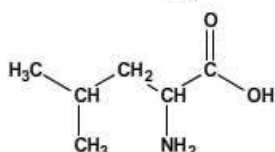
alanin (Ala)



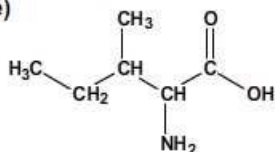
valin (Val)



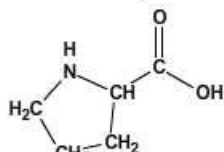
leucin (Leu)



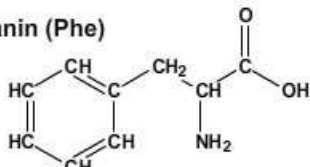
isoleucin (Ile)



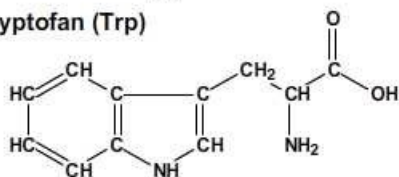
prolin (Pro)



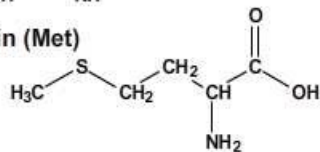
phenylalanin (Phe)



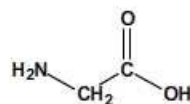
tryptofan (Trp)



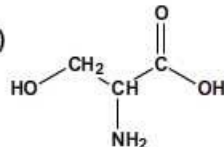
methionin (Met)



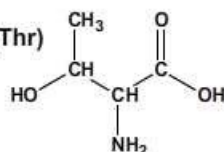
glycin (Gly)



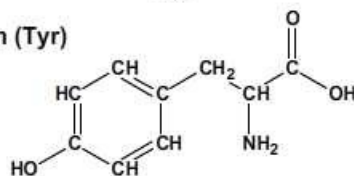
serin (Ser)



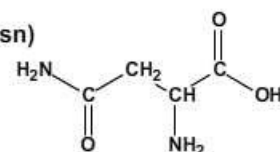
threonin (Thr)



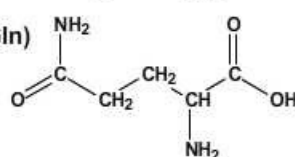
tyrosin (Tyr)



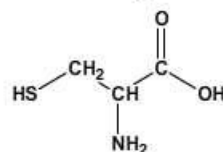
asparagin (Asn)



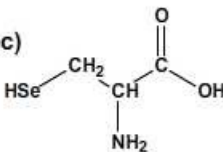
glutamin (Gln)



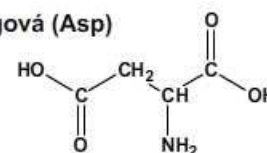
cystein (Cys)



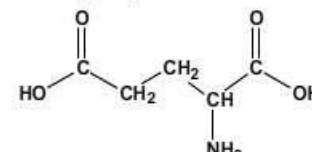
selenocystein (Sec)



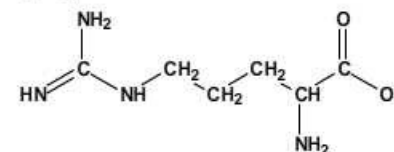
kyselina asparagová (Asp)



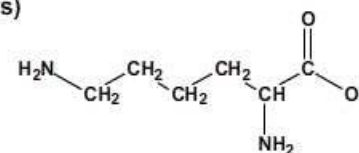
kyselina glutamová (Glu)



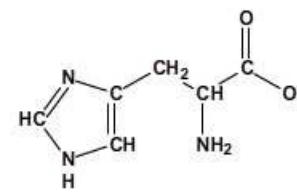
arginin (Arg)



lysin (Lys)



histidin (His)



*Specifický vztah mezi strukturou a funkcí:*

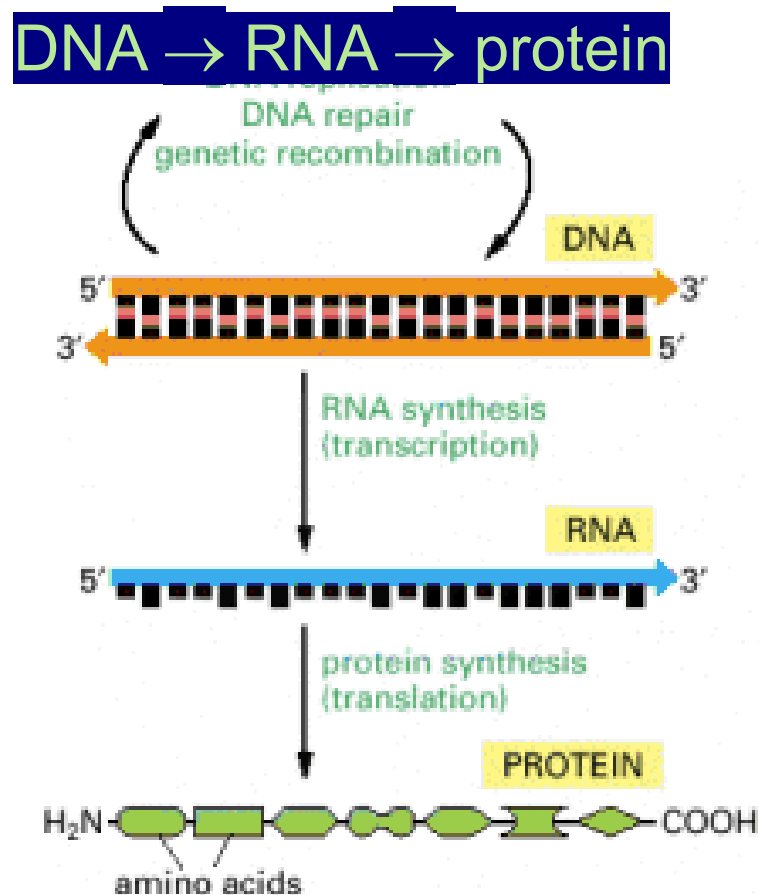
posloupnost aminokyselin  $\Rightarrow$  struktura  $\Rightarrow$  funkce

*Kritická podmínka pro zachování životních pochodů buňky:*

**mít možnost podle potřeby vytvořit protein  
pro zabezpečení dané funkce**

# Centrální dogma molekulární biologie

Přenos genetické informace v živých organismech  
vždy



# Centrální dogma molekulární biologie

Přenos genetické informace v živých organismech  
vždy

**DNA → RNA → protein**

**Vyjádřením informace obsažené v genech (resp. v DNA)  
do bílkovinné struktury se nazývá: **EXPRESE GENU.****

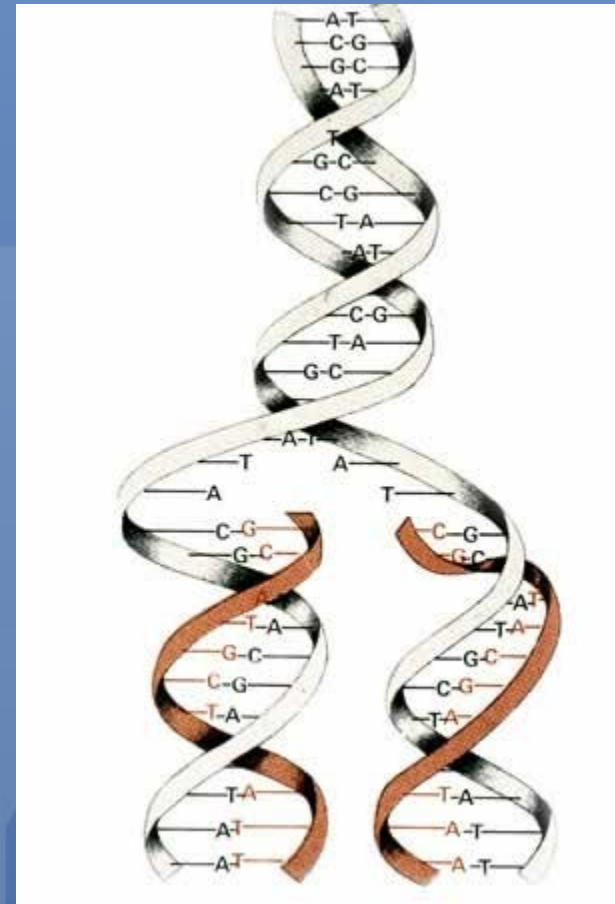
- 1. Replikace**
- 2. Transkripce**
- 3. Translace**

**EXPRESSE GENU**



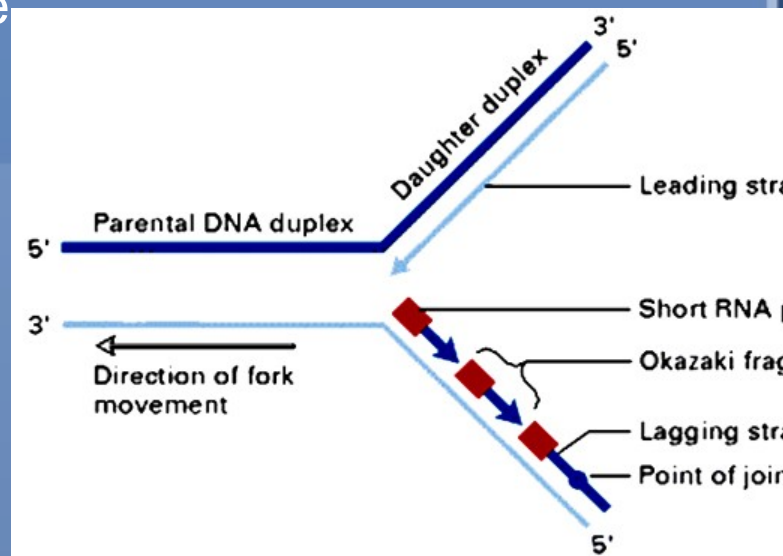
# Replikace

- = zdvojení DNA
- je proces tvorby kopií molekuly DNA, čímž se genetická informace přenáší z jedné molekuly DNA (templát, matrice) do jiné molekuly stejného typu (tzv. replika)
- celý proces je **semikonzervativní**, tzn. každá nově vzniklá molekula DNA má jeden řetězec z původní molekuly a jeden nový, syntetizovaný



# Replikace

- Celý proces probíhá **semidiskontinuálně** – vedoucí řetězec se syntetizuje kontinuálně, váznoucí řetězec se syntetizuje diskontinuálně – Okazakiho fragmenty
- dochází k řazení nukleotidů jeden za druhým, a to podle vzorové původní molekuly DNA
- výsledkem tohoto řazení nukleotidů je nakonec kompletní DNA daného organismu, v podstatě identická kopie původní DNA



# Replikace

Enzymy:

- ▶ DNA polymeráza, DNA primáza – katalyzuje polymeraci
- ▶ DNA helikáza, DNA topoizomeráza, DNA ligáza
- ▶ Iniciátorové a stabilizační enzymy

# Replikace

- je v základních rysech stejná u všech organismů a obecně je možné její průběh rozdělit do tří základních kroků:
- Iniaciace – rozpletení dvoušroubovice DNA, vznik replikační vidlice a navázání enzymatického komplexu
- Elongace – přidávání nukleotidů a postup replikační vidlice
- Terminace – ukončení replikace

# Replikace

## Iniciace

- začíná připojením primerů na specifických místech – počátcích replikace
- Eukaryota – i několik tisíc replikačních počátků
- Bakterie – jeden počátek
- Enzymatické rozvolnění vlákna mateřské DNA

# Replikace

## Elongace

- DNA polymerázy provádí syntézu nových řetězců

## Terminace

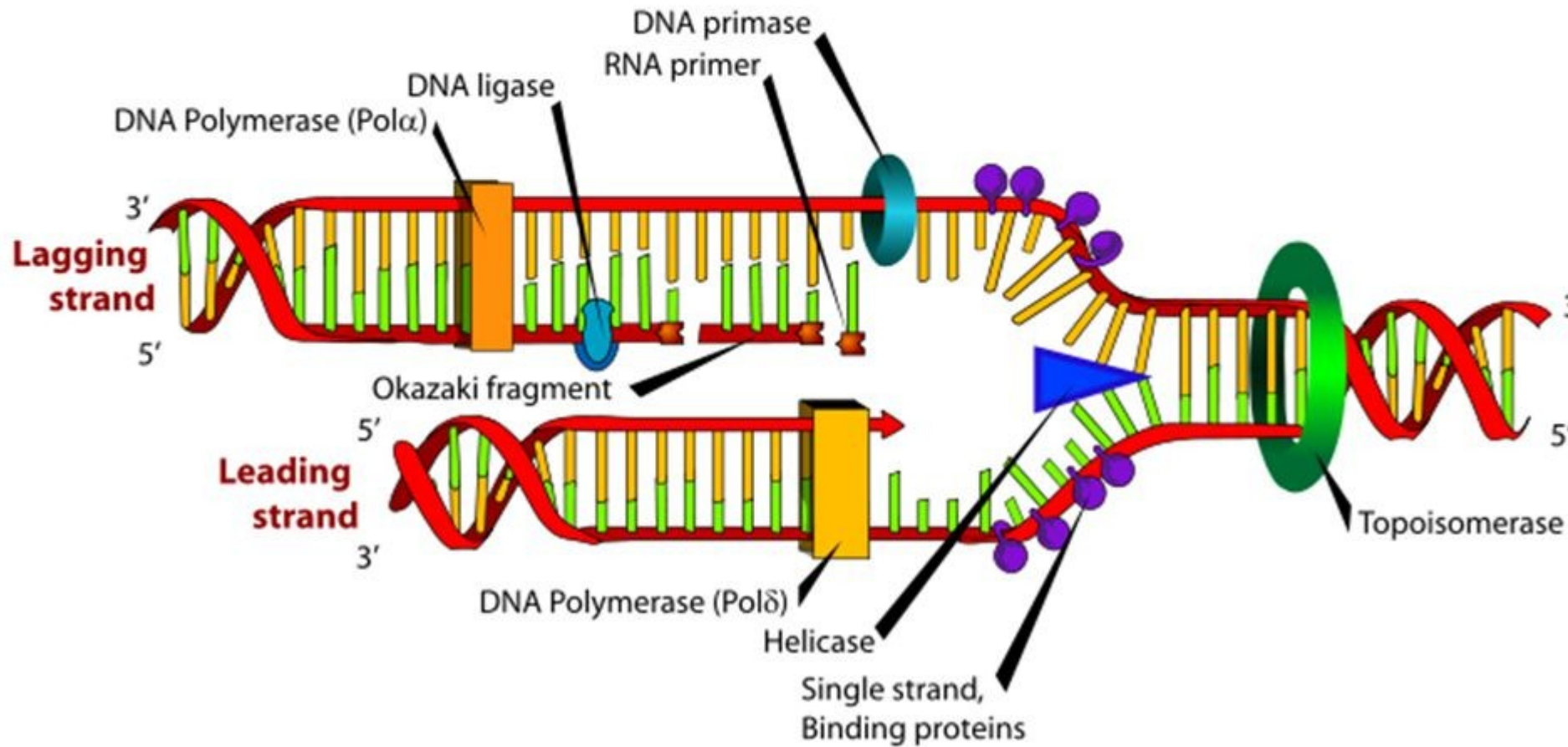
- Ukončení replikačního procesu

# Replikace

- Bakterie – replikace má jeden nebo několik set replikačních počátků (nukleoid – jedna kruhová DNA), replikace probíhá v kruhu
- Eukaryota – více replikačních počátků, složitější enzymatické děje
- Viry – popsáný proces využívají jen některé viry, své modifikace

# průběh replikace DNA

- DNA polymerasa, DNA ligasa, DNA primasa
- topoisomerasy, helikasa
- vedoucí a opožďující se vlákno (Okazakiho fragmenty)



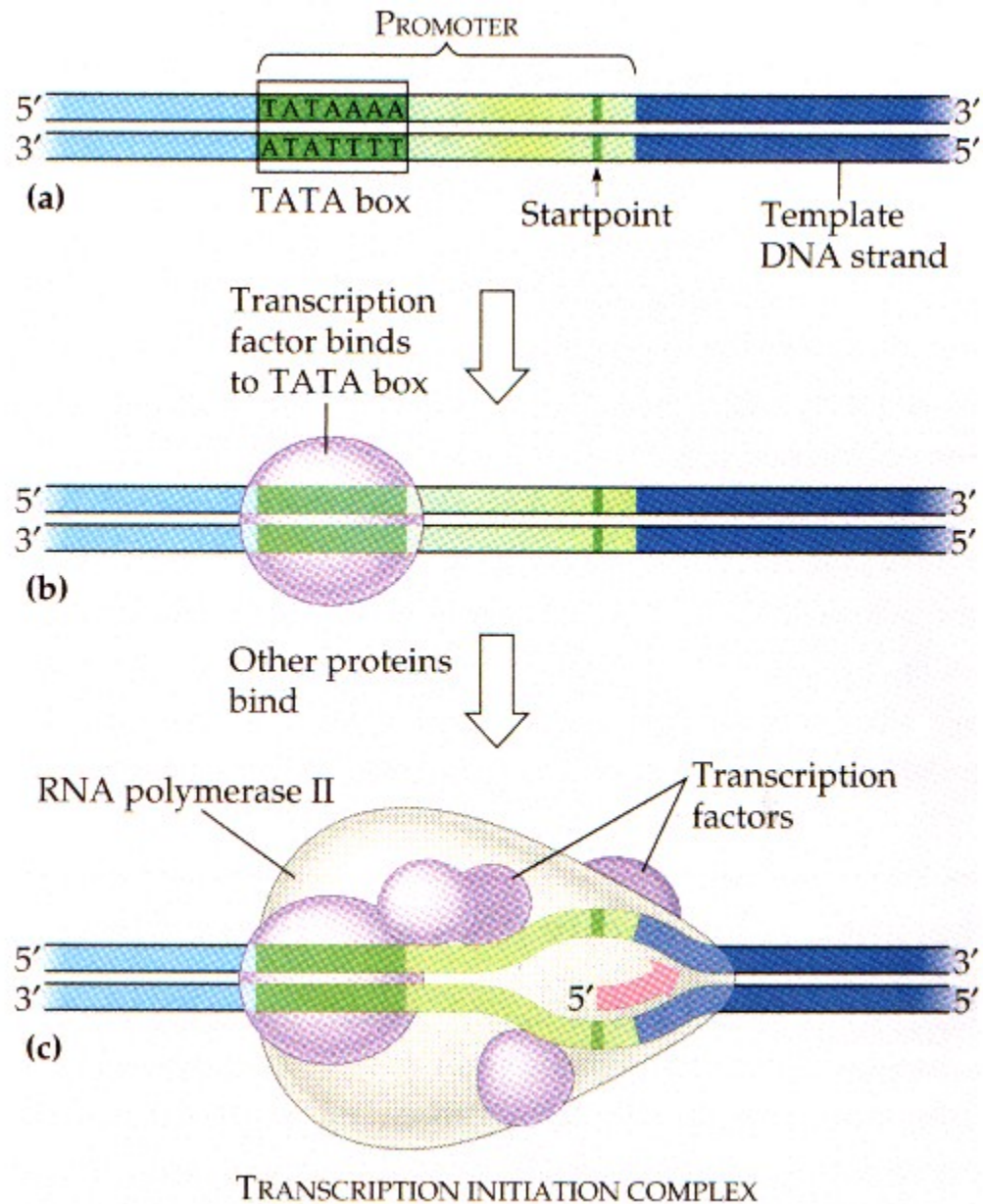


# Transkripce

- = „přepis“ z DNA do mRNA podle principu komplementarity bazí
- je proces, při němž je podle genetické informace zapsané v řetězci DNA vyráběn řetězec RNA
- probíhá u všech známých organizmů včetně virů. U bakterií se odehrává volně v cytoplazmě, u některých vyšších organizmů (tzv. eukaryota probíhá v buněčném jádře)
- Enzymatický proces: enzym **RNA polymeráza**, schopný podle vzoru v podobě DNA vyrábět kopii v podobě RNA

# Transkripce

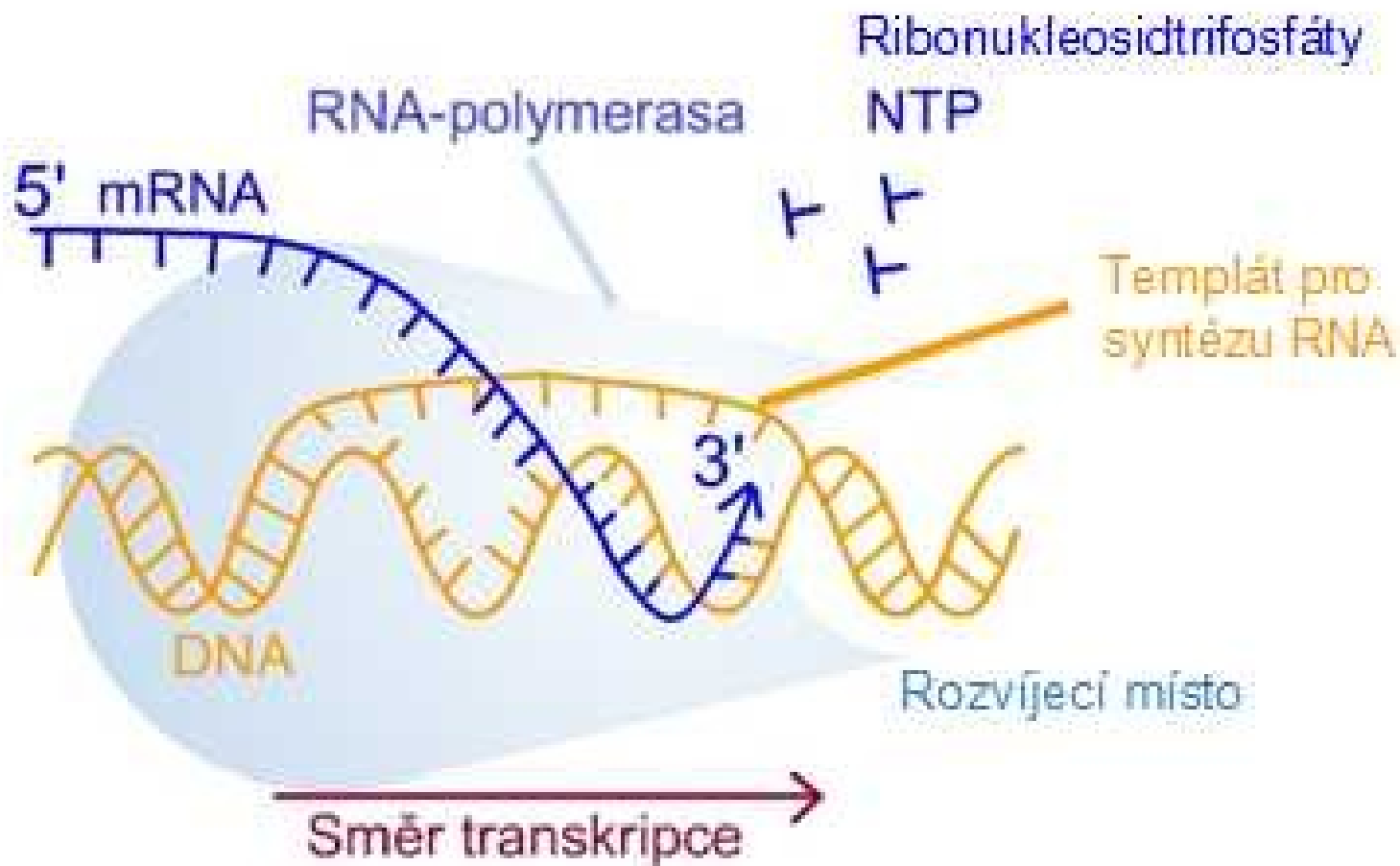
- Nejdříve se rozplete dvoušroubovice DNA, která se skládá z jednotlivých genů
- RNA polymeráza vyhledá promotor – specifický sekvence nukleotidů (např. TATA box), naváže se na začátek genu a začne na nukleotidy DNA připojovat komplementární nukleotidy RNA
- Když se do mRNA přepíše celý gen, jednořetězcová lineární molekula mRNA se odpojí a v typickém případě putuje k ribozomu, kde z ní v procesu translace vzniká bílkovina.



# Transkripce

Fáze:

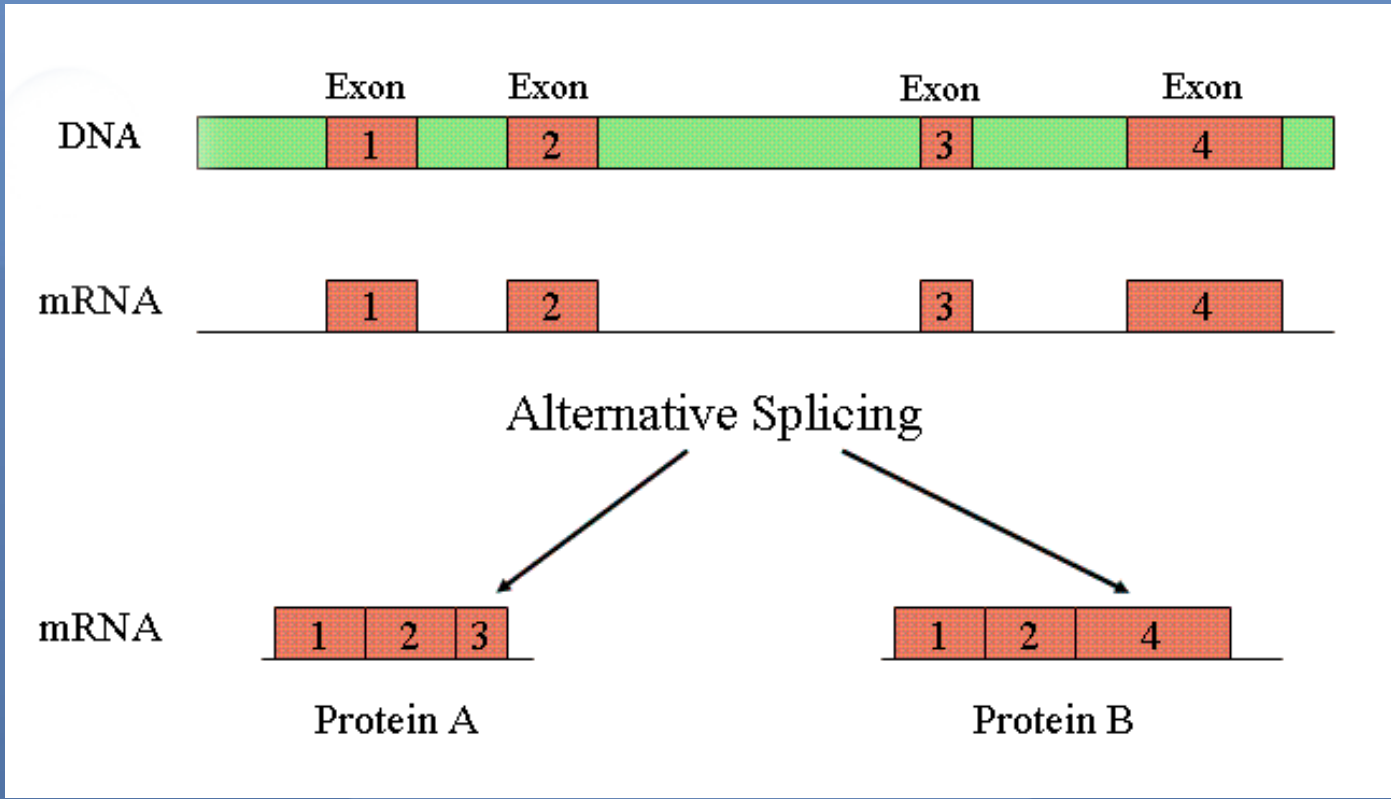
- ▶ Iniclace – rozvine se dvoušroubovice DNA, začne se vytvářet RNA za účasti RNA polymerázy
- ▶ Elongace – prodlužování řetězce
- ▶ Terminace – ukončení transkripce a uvolnění RNA molekuly; následuje několik posttranskripčních úprav, které ovšem nejsou součástí procesu transkripce



# Transkripce

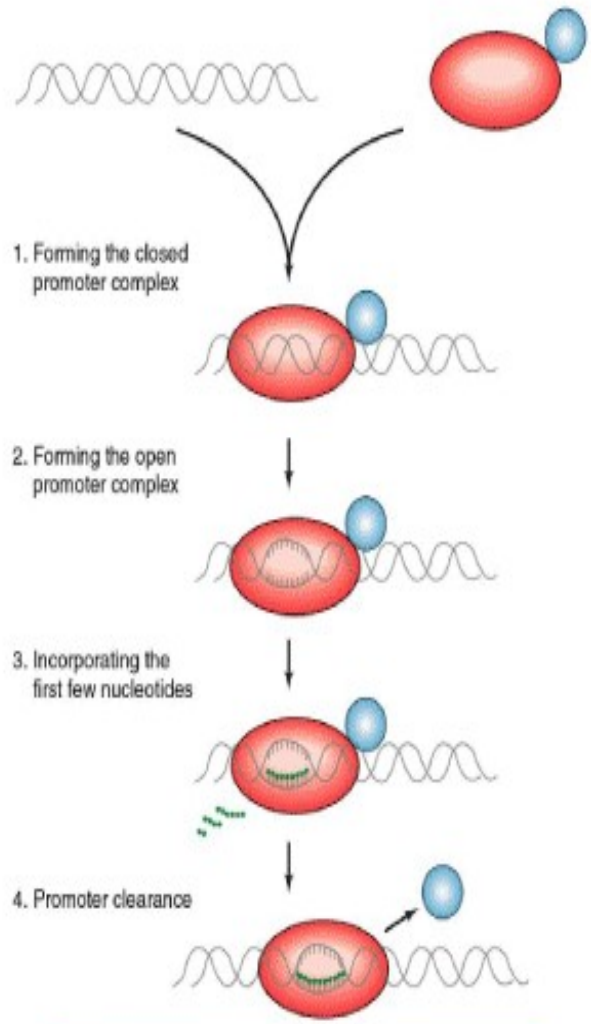
## Posttranskripční úpravy

- ▶ „**Splicing**“ ...sestřih
- ▶ Spočívá ve vystřižení nekodujících částí = intronů z původních vlákna a vlákno je dále tvořeno exony = kodující část vlákna, která jsou k sobě enzymaticky spojena

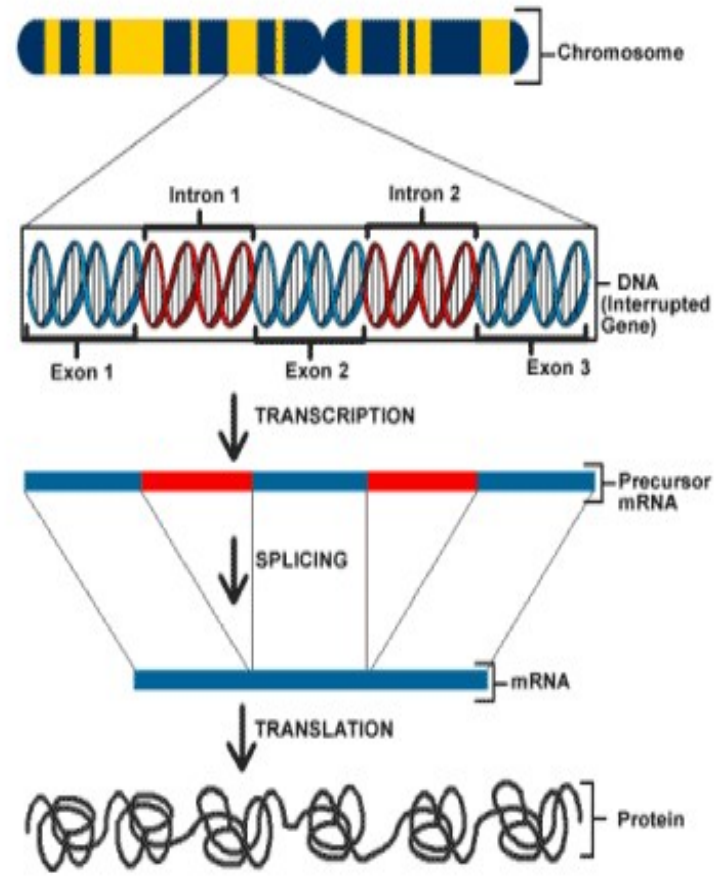




# PROKARYOTIC TRANSCRIPTION VS. EUKARYOTIC TRANSCRIPTION



**PROKARYOTIC TRANSCRIPTION**



**EUKARYOTIC TRANSCRIPTION**

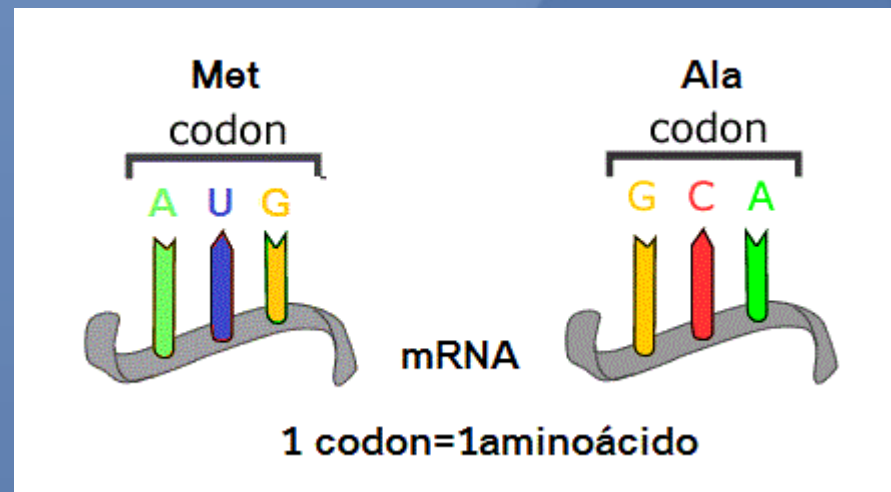
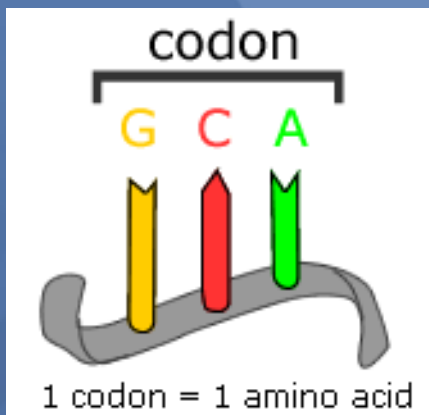


# Translace

- = překlad
- **Translace** neboli **proteosyntéza** je překlad nukleotidové sekvence **mRNA** do sekvence **aminokyselin** proteinu
- Proces probíhá na ribozomech a jednotlivé aminokyseliny jsou zařazovány podle pravidel genetického kódu

# Genetický kod

- ▶ **1. Tripletový** - každá trojice bází kóduje jednu aminokyselinu - tyto úseky na mRNA se nazývají kodony

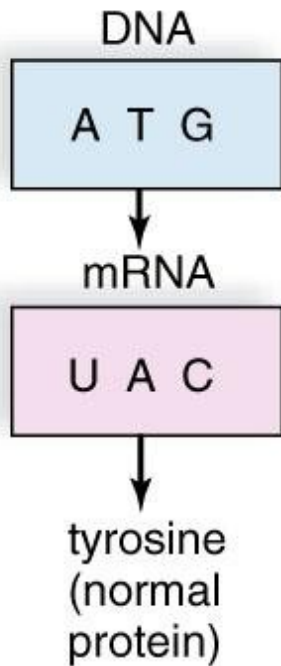


	U		C		A		G	
U	UUU	fenylalanin	UCU	serin	UAU	tyrosin	UGU	cystein
	UUC	fenylalanin	UCC	serin	UAC	tyrosin	UGC	cystein
	UUA	leucin	UCA	serin	UAA	<b>stop</b>	UGA	<b>stop</b>
	UUG	leucin	UCG	serin	UAG	<b>stop</b>	UGG	tryptofan
C	CUU	leucin	CCU	prolin	CAU	histidin	CGU	arginin
	CUC	leucin	CCC	prolin	CAC	histidin	CGC	arginin
	CUA	leucin	CCA	prolin	CAA	glutamin	CGA	arginin
	CUG	leucin	CCG	prolin	CAG	glutamin	CGG	arginin
A	AUU	izoleucin	ACU	treonin	AAU	asparagin	AGU	serin
	AUC	izoleucin	ACC	treonin	AAC	asparagin	AGC	serin
	AUA	izoleucin	ACA	treonin	AAA	lysin	AGA	arginin
	AUG	<b>metionin</b>	ACG	treonin	AAG	lysin	AGG	arginin
G	GUU	valin	GCU	alanin	GAU	kys.	GGU	glycin
	GUC	valin	GCC	alanin	GAC	asparagová	GGC	glycin
	GUA	valin	GCA	alanin	GAA	kys.	GGA	glycin
	GUG	valin	GCG	alanin	GAG	glutamová	GGG	glycin

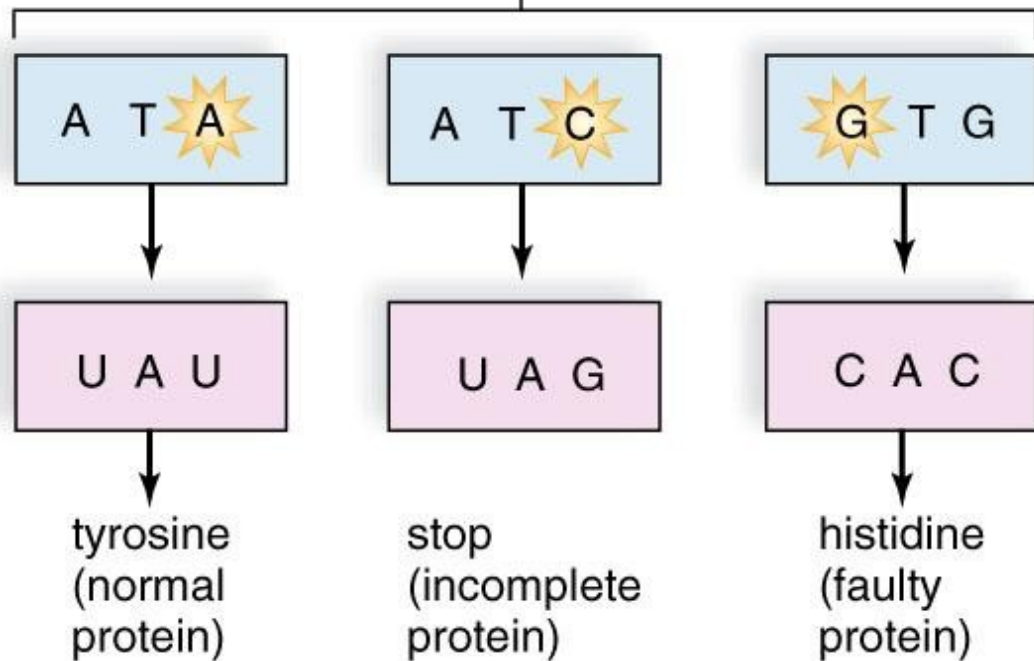
# Genetický kod

- ▶ **2. Degenerovaný** - pro asi 20 aminokyselin existuje mnohem více kódujících kodonů, z toho plyne, že některé aminokyseliny jsou kódované více tripletami. Tato degenerace má své výhody - například pokud dojde k bodové mutaci (substituci) na třetí pozici kodonu - je ve většině případů zařazena stejná aminokyselina.

### No mutation



### Point mutations



# Genetický kod

- ▶ **3. Univerzální** - je platný pro všechny organismy na Zemi (existují ale i výjimky - např. u genetického kódu lidských mitochondrií)
- ▶ celkem jsou 4 báze, takže pro kombinaci máme celkem  $4 \times 4 \times 4 = 64$  možností
- ▶ triplet **AUG** - iniciační (zároveň kóduje methionin)
- ▶ triplety **UAA**, **UAG** a **UGA** - terminační, neboli beze smyslu.

# Translace

Pro translaci jsou zapotřebí:

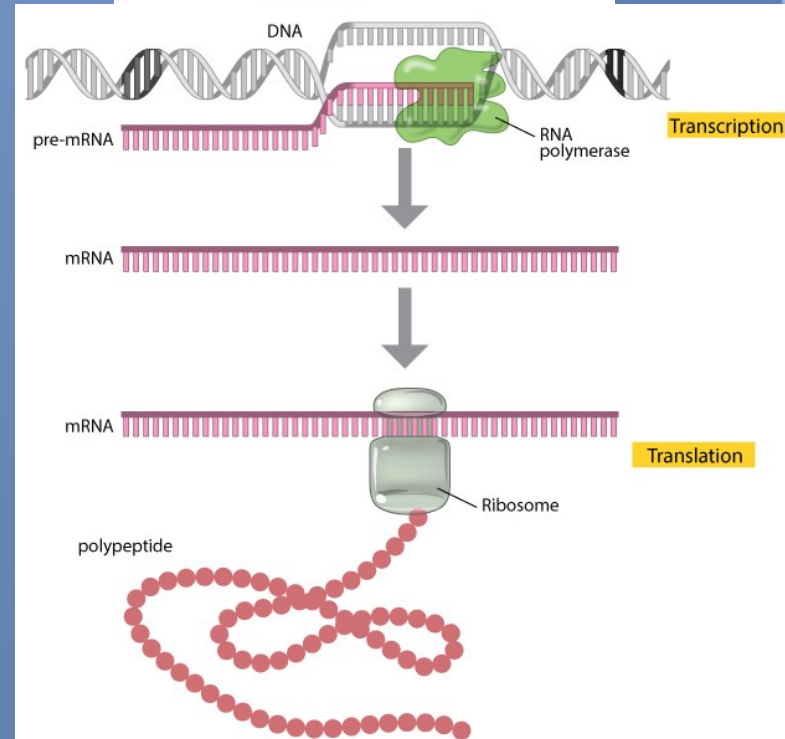
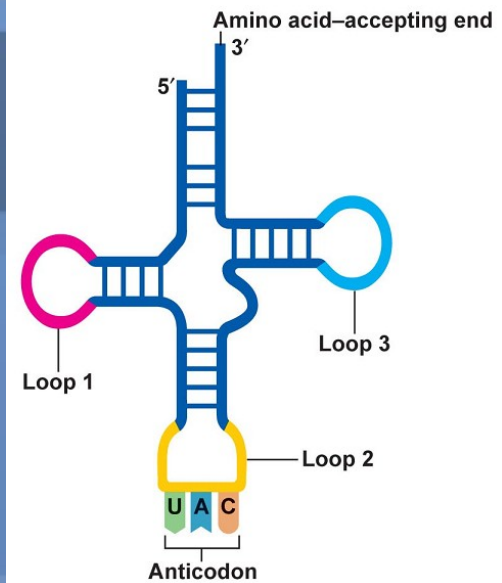
▶ RNA molekuly:

**mRNA** (informační) – nese informaci o pořadí aminokyselin

**rRNA** (ribosomální) - stavební jednotky ribosomu (kromě proteinů)

**tRNA** (transferová) – přenašeč aminokyselin při syntéze proteinů na ribosomu

▶ enzymy podmiňující jednotlivé reakce (eIF, GTP, ATP, aminokyseliny atd.)





# Translace

- u **prokaryot**:
  - translace **probíhá současně s transkripcí** → tedy na jednom konci vznikající molekuly mRNA probíhá již translace a na druhém pokračuje transkripce;
- u **eukaryot**:
  - transkripcí vzniká pre-mRNA a následně dochází k **posttranskripčním úpravám**;
  - definitivní molekula mRNA je nejprve transportována z jadra **do cytoplazmy** pomocí *transportních proteinů* → pak teprve dochází na ribozomech k **translaci**;
  - proteiny, které vznikají na *volných ribozomech*, zůstanou **pro buňku**;
  - proteiny vzniklé na *ribozomech endoplazmatického retikula* pak buňka **transportuje** do extracelulárního prostoru.

# Translace

## Iniciace

- ▶ **iniciační tRNA** (zvláštní tRNA přenášející AMK **Methionin**: Met-tRNA<sup>iMet</sup>), **GTP** (potřebný zdroj energie)...
- ▶ komplex je navázán na malou podjednotku (**40S**) ribosomu;
- ▶ k této malé podjednotce ribosomu připojena molekula **mRNA**
- ▶ za pomoci energie získané štěpením ATP se molekula mRNA **posunuje** po malé jednotce ribosomu tak dlouho, dokud nenarazí na první triplet **AUG** (triplet pro **Met**) → dojde k **otevření čtecího rámce** (mechanismus zajišťující čtení informace po trojicích bazí mRNA) a zahájení translace;
- ▶ vzniklý komplex je následně **spojen s větší podjednotkou** ribosomu za pomoci energie uvolněné štěpením GTP

# Translace

## Elongace:

- ▶ celý děj (systém kodon na mRNA – antikodon na tRNA) se opakuje až do doby, než je na molekule mRNA nalezen některý **stop-kodon = terminační kodon** (UAA, UAG, UGA);

## Terminace:

- ▶ pak nastupuje další bílkovinný faktor (RF), který hotový **polypeptid uvolní** z ribozomálního komplexu.

