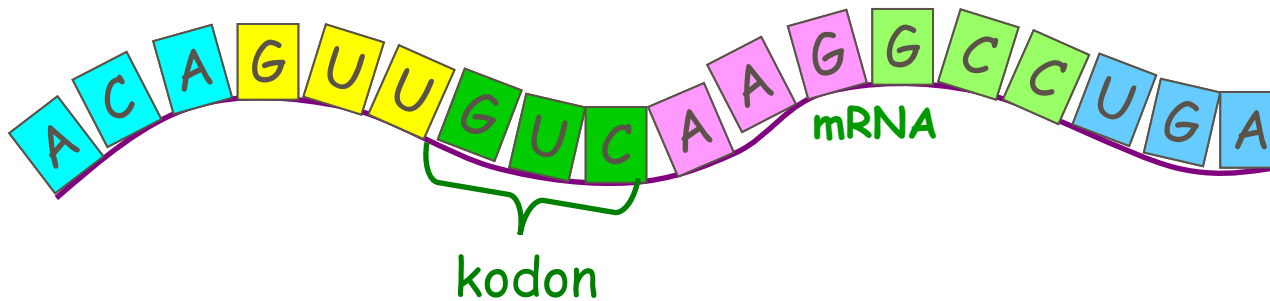


# Genetický kód

Jakmile vznikne funkční mRNA, informace v ní obsažená může být ihned použita pro **syntézu proteinu**.

Pravidla, kterými se řídí prostřednictvím mRNA přenos z nukleotidové sekvence DNA do aminokyselinové sekvence, jsou definovaná jako **GENETICKÝ KÓD**.

Sekvence nukleotidů mRNA je čtena po trojicích.



## Obsah

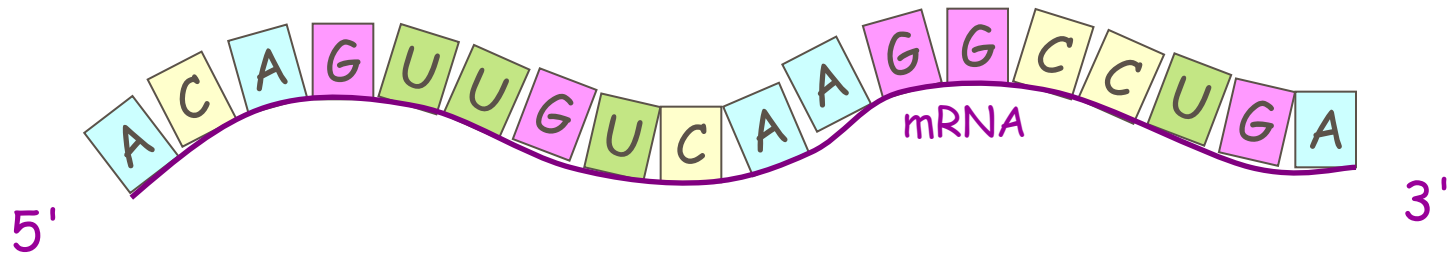
Každá skupina tří nukleotidů se nazývá **kodon**.

# Genetický kód

Dohromady lze vytvořit **64** ( $4^3$ ) kombinací trojic nukleotidů.

Některé aminokyseliny přísluší i několika tripletům, ale naopak jednomu tripletu přísluší nanejvýš jedna aminokyselina.

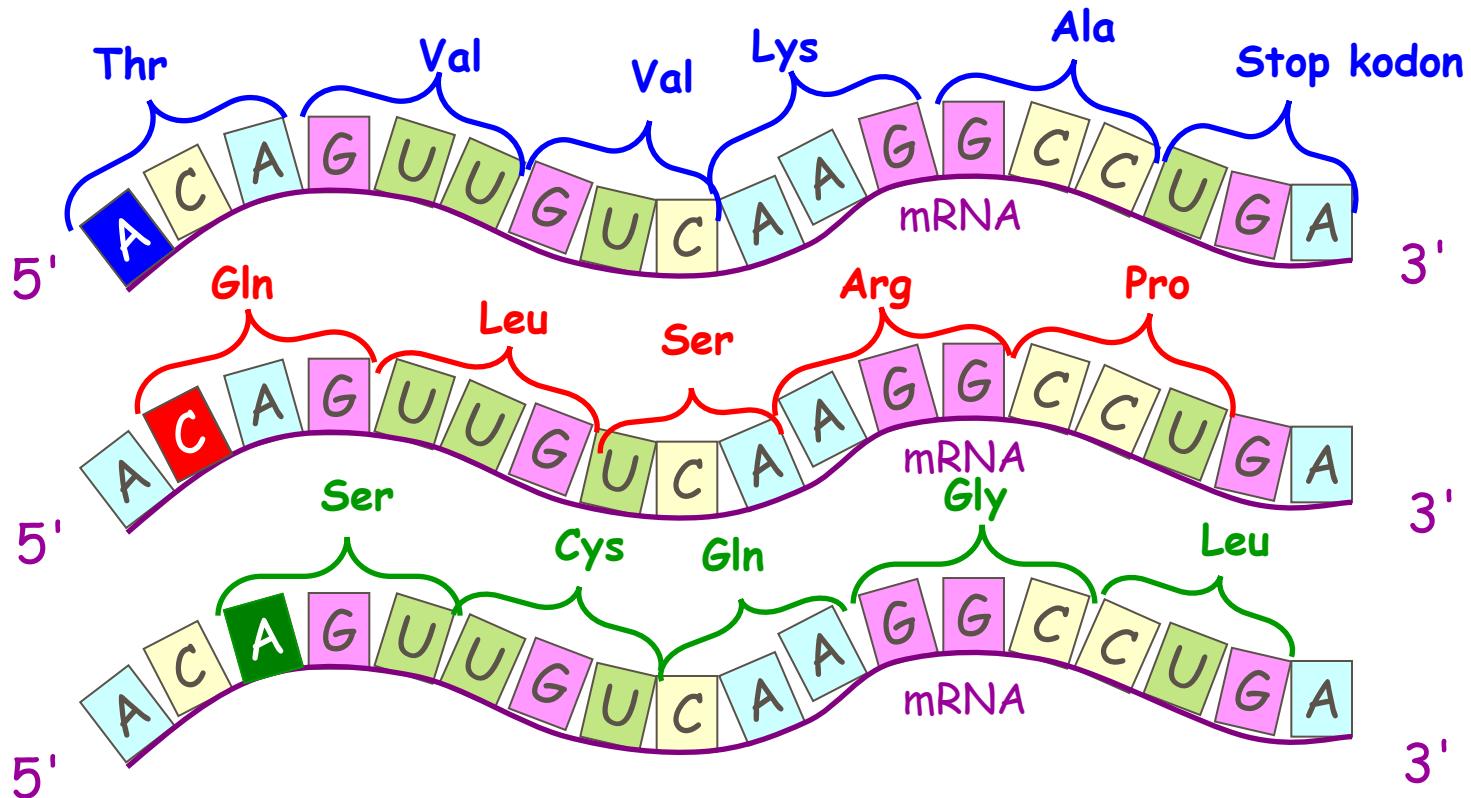
V genetickém kódu platí konvence, že 5'-konec nukleotidové sekvence mRNA je zapisován vlevo!



Genetický kód je téměř univerzální pro všechny organismy.

# Genetický kód

V principu může být mRNA překládána ve všech třech čtecích rámcích podle toho, u kterého nukleotidu translace začne.



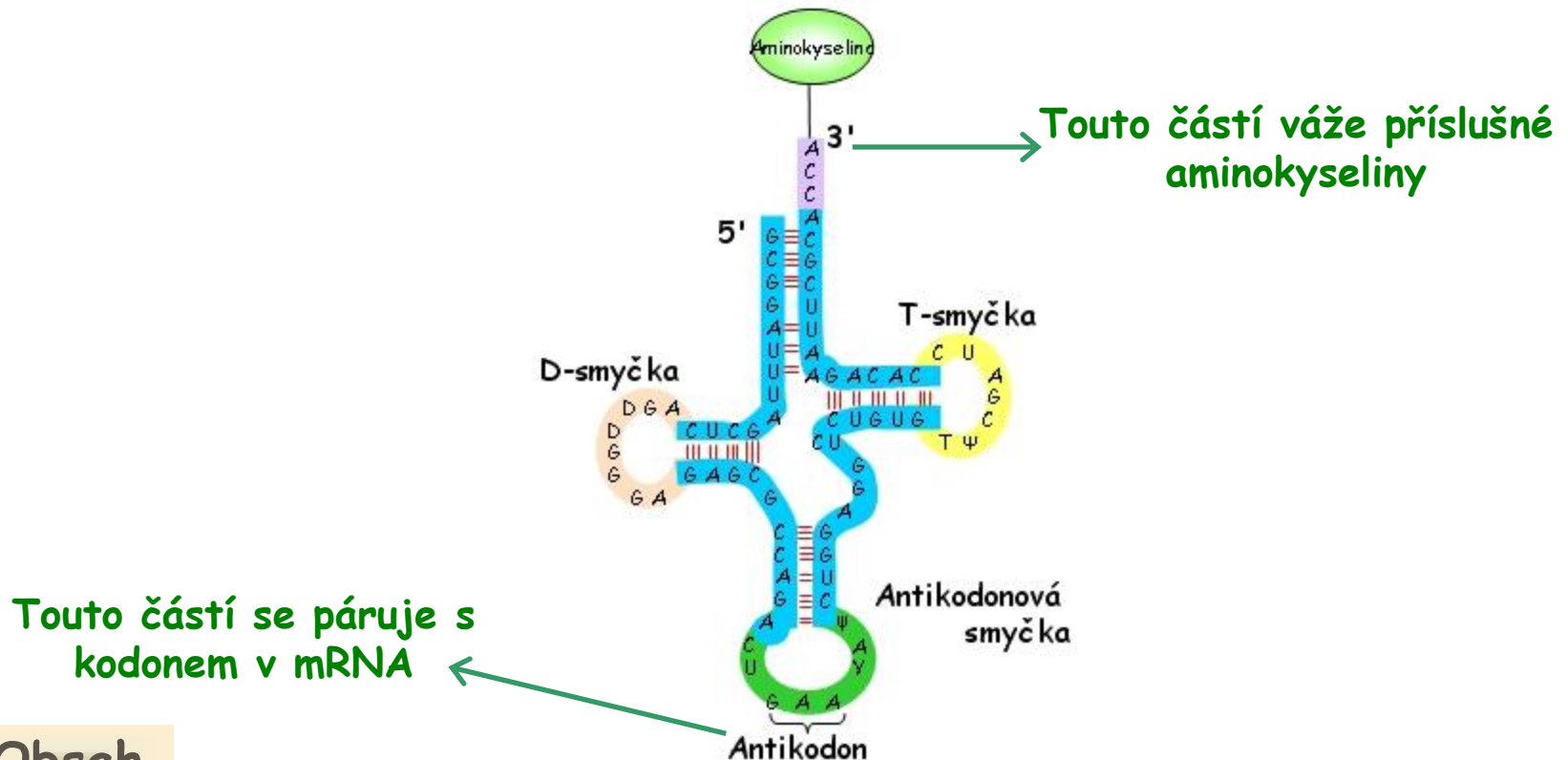
Avšak jen v jednom čtecím rámci vzniká požadovaný protein.

|                 |   | Druhý nukleotid |                 |                         |                   |   |                 |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|-----------------|
|                 |   | U               | C               | A                       | Terminální kodony |   |                 |
| První nukleotid | U | UUU fenylalanin | UCU serin       | UAU tyrosin             | UGU cystein       | U | Třetí nukleotid |
|                 |   | UUC fenylalanin | UCC serin       | UAC tyrosin             | UGC cyste         | C |                 |
|                 |   | UUA leucin      | UCA serin       | UAA stop kodon          | UGA stop kodon    | A |                 |
|                 |   | UUG leucin      | UCG serin       | UAG stop kodon          | UGG tryptofan     | G |                 |
|                 | C | CUU leucin      | CCU prolin      | CAU histidin            | CGU arginin       | U |                 |
|                 |   | CUC leucin      | CCC prolin      | CAC histidin            | CGC arginin       | C |                 |
|                 |   | CUA leucin      | CCA prolin      | CAA glutamin            | CGA arginin       | A |                 |
|                 |   | CUG leucin      | CCG prolin      | CAG glutamin            | CGG arginin       | G |                 |
|                 | A | AUU isoleucin   | ACU threonin    | AAU asparagin           | AGU serin         | U |                 |
|                 |   | AUC isoleucin   | ACC threonin    | AAC asparagin           | AGC serin         | C |                 |
|                 |   | AUA isoleucin   | Iniciační kodon | A lysin                 | AGA arginin       | A |                 |
|                 |   | AUG methionin   |                 | AAG lysin               | AGG arginin       | G |                 |
|                 | G | GUU valin       | GCU alanin      | GAU kyselina asparagová | GGU glycin        | U |                 |
|                 |   | GUC valin       | GCC alanin      | GAC kyselina asparagová | GGC glycin        | C |                 |
|                 |   | GUA valin       | GCA alanin      | GAA kyselina glutamová  | GGA glycin        | A |                 |
|                 |   | GUG valin       | GCG alanin      | GAG kyselina glutamová  | GGG glycin        | G |                 |

# tRNA

Kodony v mRNA nerozpoznávají přímo aminokyseliny, které specifikují.

Translace mRNA do proteinu závisí na tRNA (transferová RNA), která je schopna jednou částí molekuly rozpoznat a spárovat se s kodonem v mRNA a jinou částí vázat aminokyselinu.



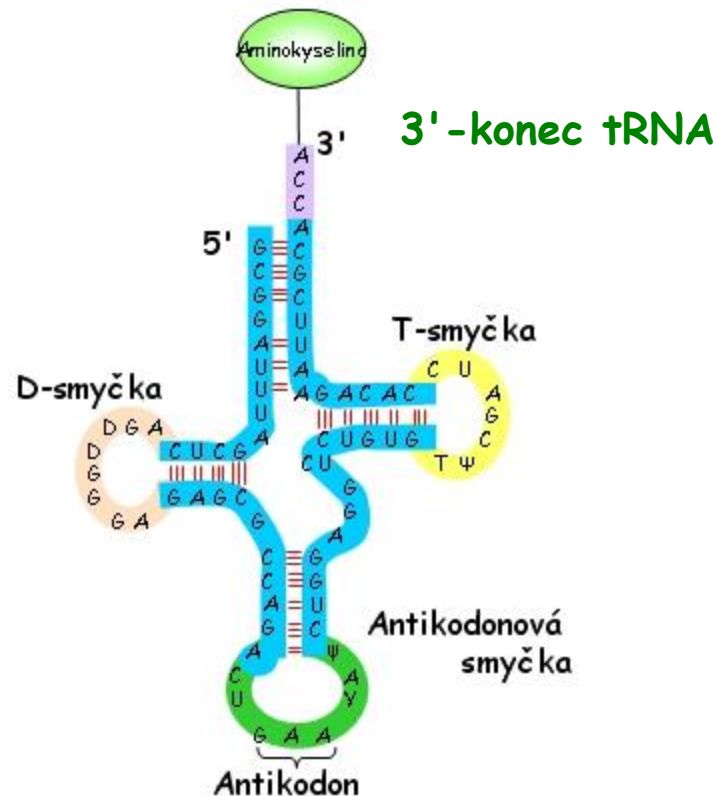
Obsah

Obr. 1. Struktura tRNA

# Struktura tRNA

Jedna s částí tRNA se nazývá **antikodon**, což jsou tři nukleotidy komplementární ke kodonu v mRNA.

Další důležitou oblastí je 3'-konec (vždy končí sekvencí CCA), na který je navázána příslušná aminokyselina.



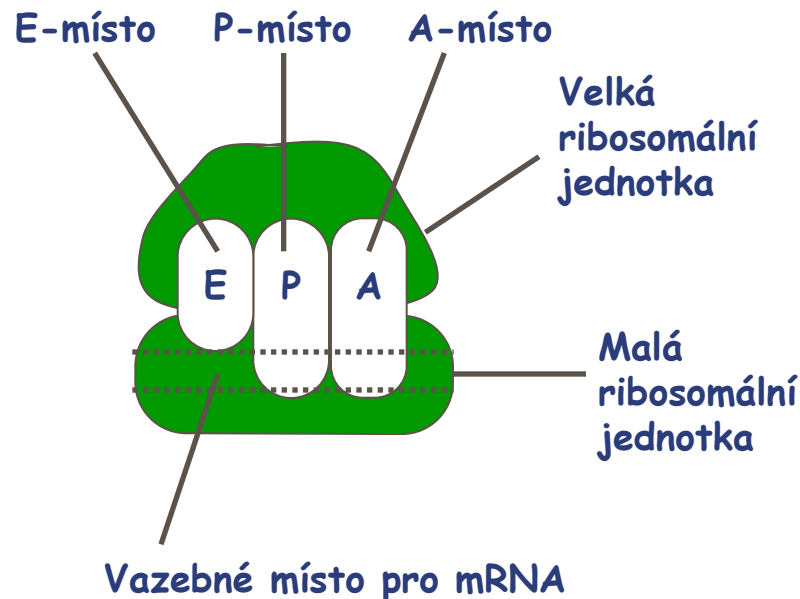
# Obsah

### Obr. 1. Struktura tRNA

# Translace probíhá na ribosomech

Ribosom obsahuje čtyři vazebná místa pro molekuly RNA: jedno pro mRNA a tři pro tRNA (E-místo, A-místo, P-místo).

Každý ribosom je tvořen z velké a malé podjednotky.



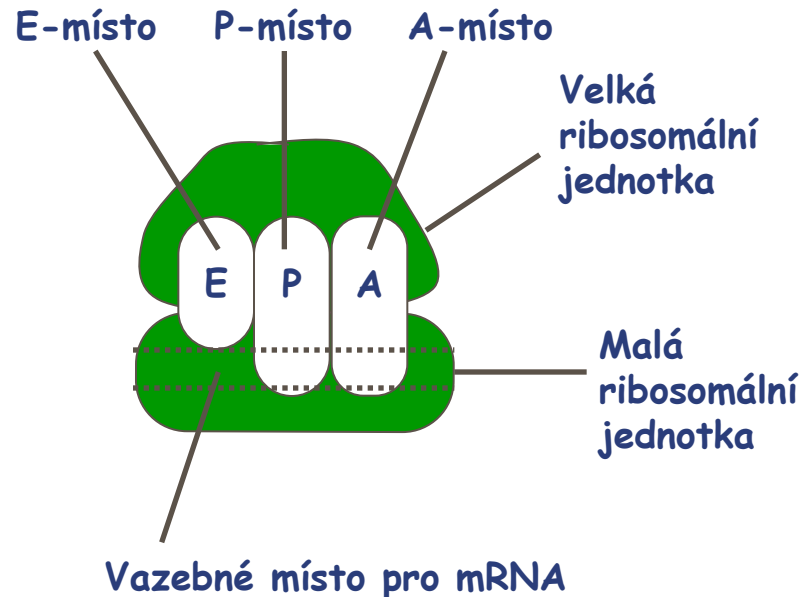
Obr. 4. Model Ribosomu

**Malá podjednotka** zodpovídá za nasednutí tRNA na kodon mRNA.

**Velká podjednotka** katalyzuje vznik peptidové vazby mezi aminokyselinou a polypeptidovým řetězcem.

# Translace probíhá na ribosomech

Obě podjednotky se spojují na molekule mRNA obvykle blízko jejího 5'-konce a zahajují syntézu proteinu.



Obr. 4. Model Ribosomu

Ribosom se pohybuje podél mRNA, překládá nukleotidovou sekvenci do aminokyselinové za použití tRNA a po dosyntetizování proteinu se obě jednotky opět oddělí.

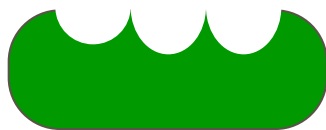


# Iniciace translace

Met



iniciační tRNA,  
která má na sobě  
vázaný methionin



Malá ribosomální  
podjednotka

Translace začíná na **iniciačním kodonu AUG** a pro iniciaci je třeba **iniciační tRNA**, která má na sobě vázaný methionin (u bakterií formyl-methionin).

U eukaryot je iniciační tRNA s navázaným methioninem připojená k malé ribosomální jednotce za asistence několika tzv. **iniciačních faktorů**.

5'

**AUG**

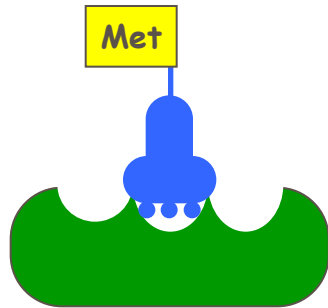
3'

mRNA

Obsah

Obr. 5. Iniciace translace

# Iniciace translace



5'

**AUG**

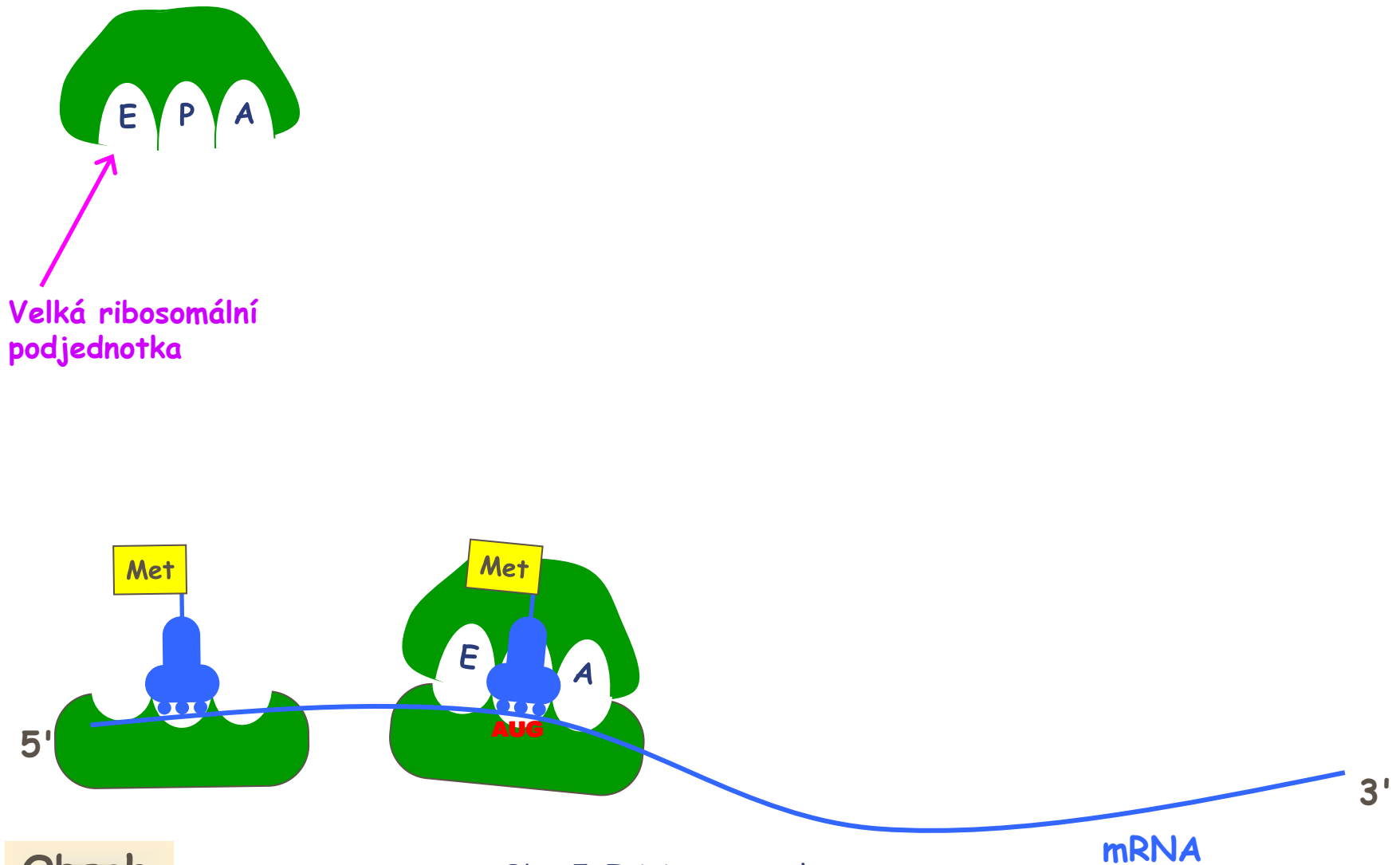
3'

Obsah

Obr. 5. Iniciace translace

mRNA

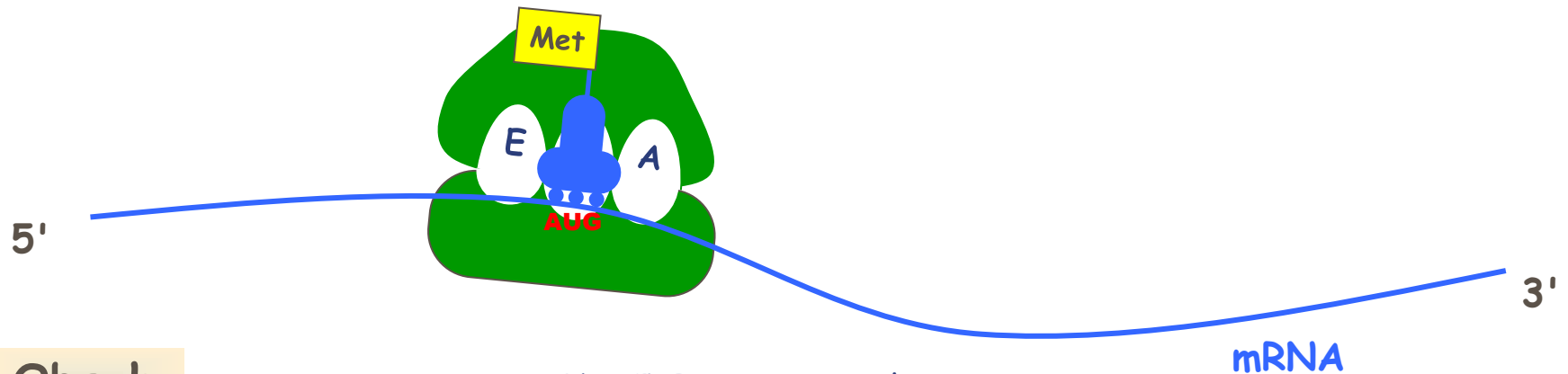
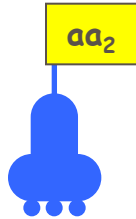
# Iniciace translace



Obsah

Obr. 5. Iniciace translace

# Iniciace translace



Obsah

Obr. 5. Iniciace translace

# Iniciace translace

V dalším kroku dochází ke vzniku **peptidové vazby** mezi methioninem a přicházející aminokyselinou ( $aa_2$ ).



# Iniciace translace

V dalším kroku dochází ke vzniku **peptidové vazby** mezi methioninem a přicházející aminokyselinou ( $aa_2$ ).

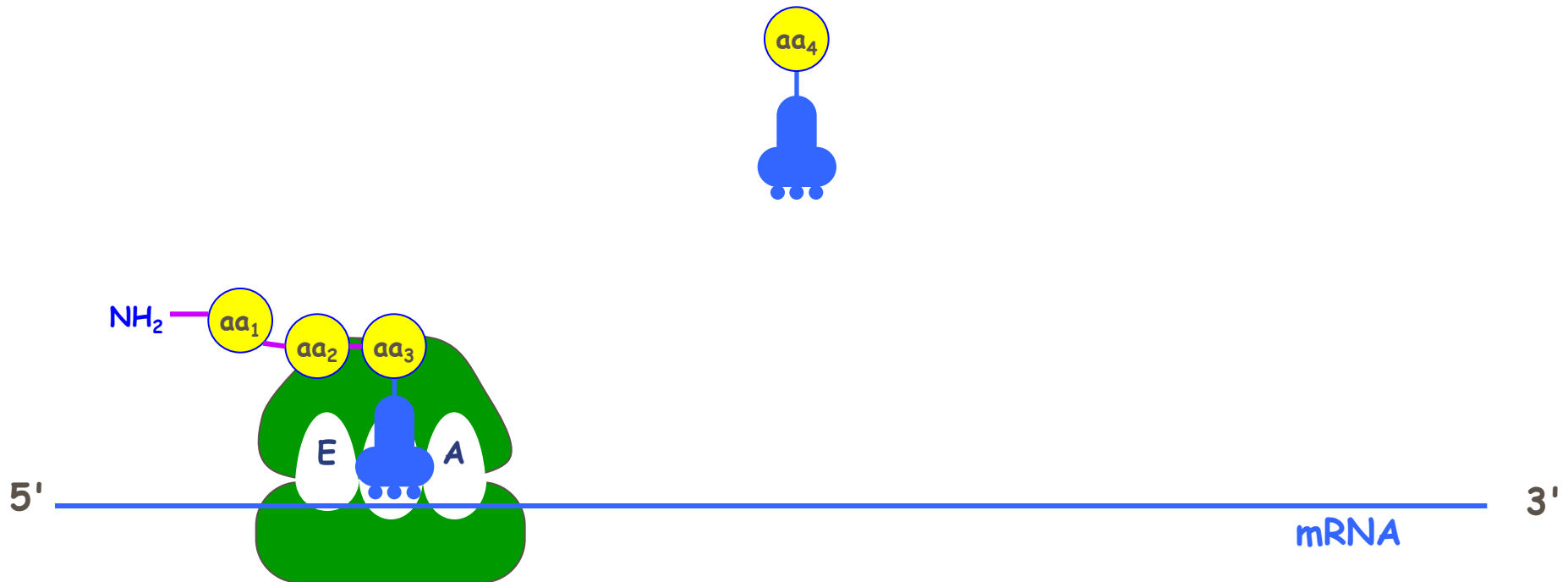
Ribosom se posune o 3 nukleotidy podél mRNA.  
tRNA bez navázané aminokyseliny se uvolní z E-místa a tRNA z A-místa se přenesse do P-místa.



# Elongace translace (prodlužování řetězce)

Při proteosyntéze je neustále opakován tříkrokový cyklus:

- V prvním kroku je aminoacyl-tRNA navázána do A-místa.



# Elongace translace (prodlužování řetězce)

Při proteosyntéze je neustále opakován tříkrokový cyklus:

- V prvním kroku je aminoacyl-tRNA navázána do A-místa.
- Ve druhém kroku dochází ke vzniku peptidové vazby mezi prodlužujícím se řetězcem a přicházející aminokyselinou.





# Elongace translace (prodlužování řetězce)

Při proteosyntéze je neustále opakován tříkrokový cyklus:

- V prvním kroku je aminoacyl-tRNA navázána do A-místa.
- Ve druhém kroku dochází ke vzniku peptidové vazby mezi prodlužujícím se řetězcem a přicházející aminokyselinou.
- Ve třetím kroku se ribosom posune o 3 nukleotidy podél mRNA. tRNA bez navázané aminokyseliny se uvolní z E-místa a tRNA z A-místa se přenese do P-místa.

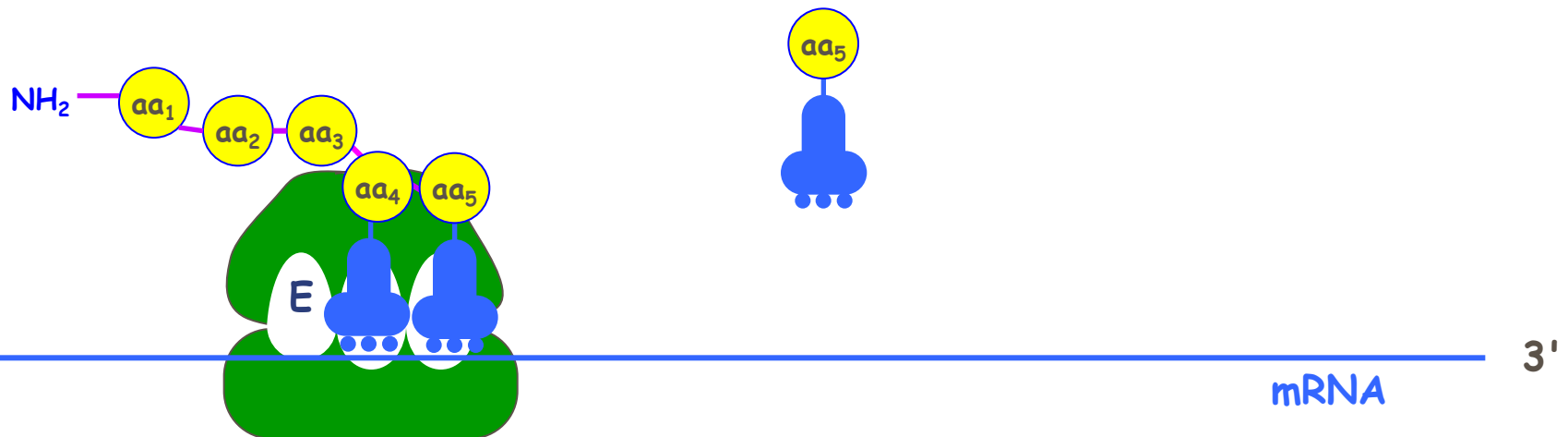


# Elongace translace (prodlužování řetězce)

Vazba tRNA s připojenou aminokyselinou do volného A-místa  
(1. krok elongace).

Vznik peptidové vazby (2. krok elongace).

Posun chromosomu a uvolnění volné tRNA (3. krok elongace).

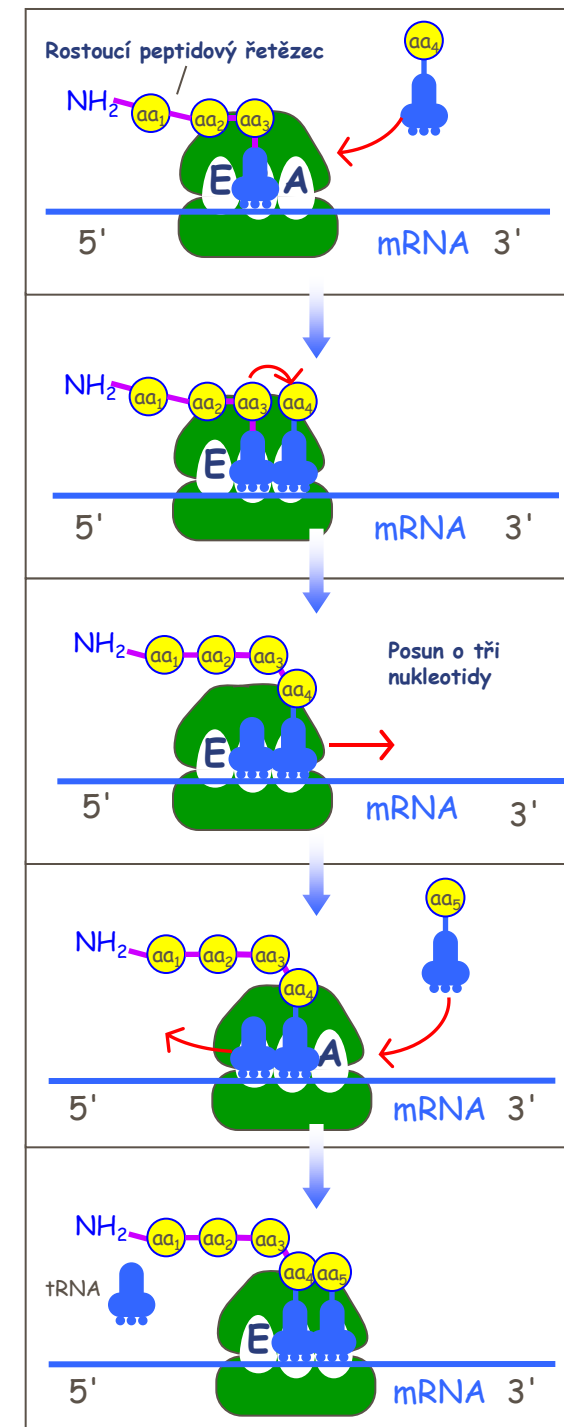


# Elongace translace (prodlužování řetězce)

mRNA je překládána ve směru  $5' \rightarrow 3'$  a nejprve vzniká **N-konec** proteinu.

Celý cyklus všech tří kroků je opakován při každém předávání nové aminokyseliny do polypeptidového řetězce, dokud ribosom nenarazí na **stop-kodon**.

Polypeptidový řetězec roste směrem od N-konce k C-konci.

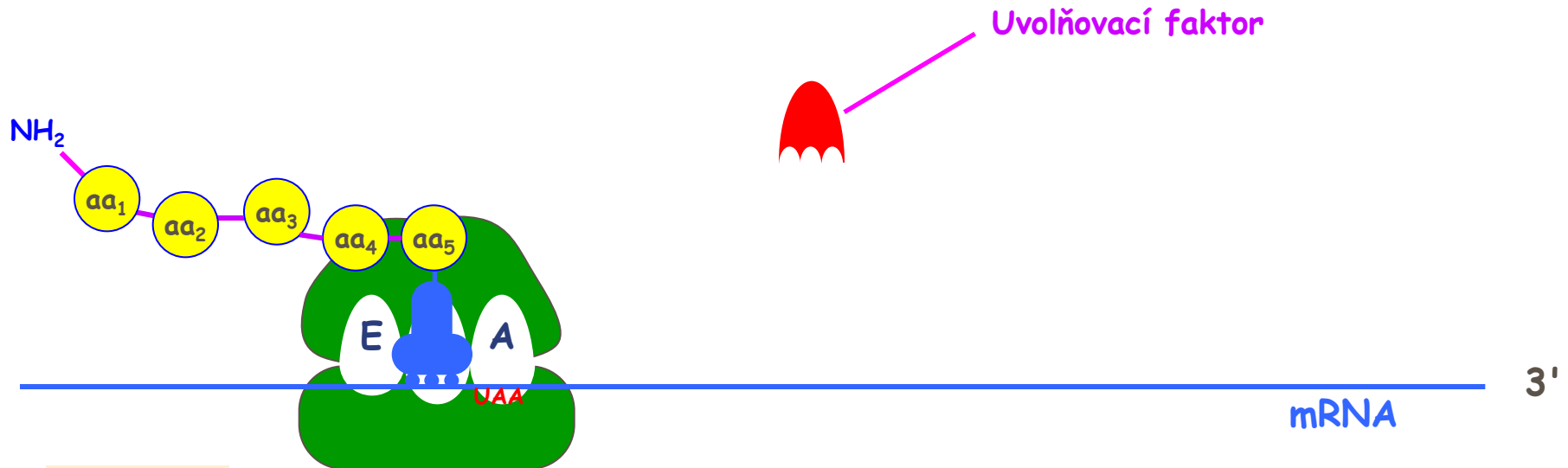


# Terminace translace

Konec proteinu je signalizován přítomností jednoho ze tří **terminačních** neboli **stop kodonů** (**UAA**, **UAG** nebo **UGA**).

Těmto kodonům není přiřazená žádná aminokyselina.

Místo tRNA se na stop kodon v A-místě vážou tzv. **terminační faktory**, které mění aktivitu peptidyltransferasy tak, že místo aminokyseliny použije molekulu vody pro uvolnění karboxylového konce hotového polypeptidového řetězce z tRNA v P-místě.

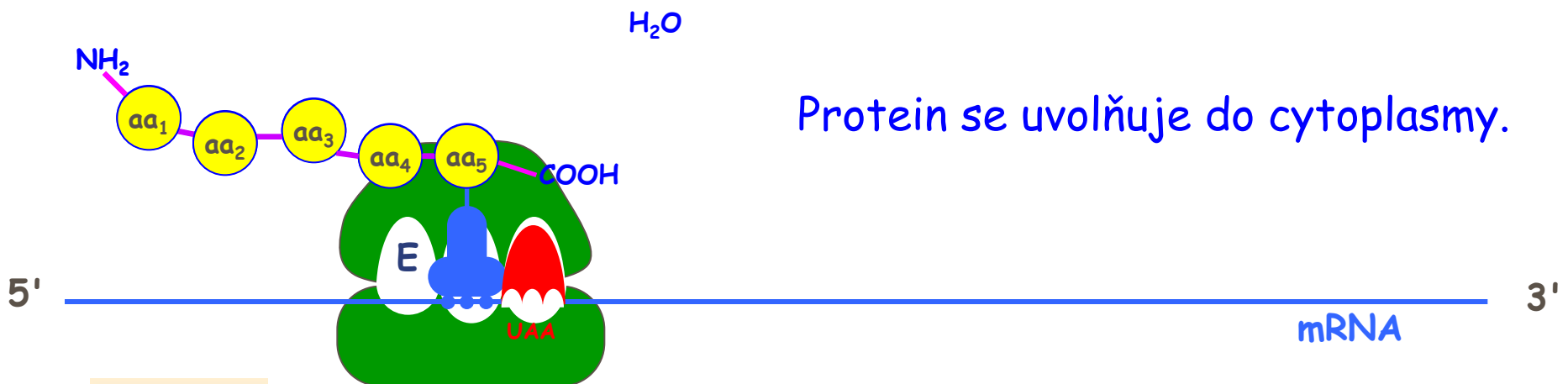


# Terminace translace

Konec proteinu je signalizován přítomností jednoho ze tří **terminačních** neboli **stop kodonů** (**UAA**, **UAG** nebo **UGA**).

Těmto kodonům není přiřazena žádná aminokyselina.

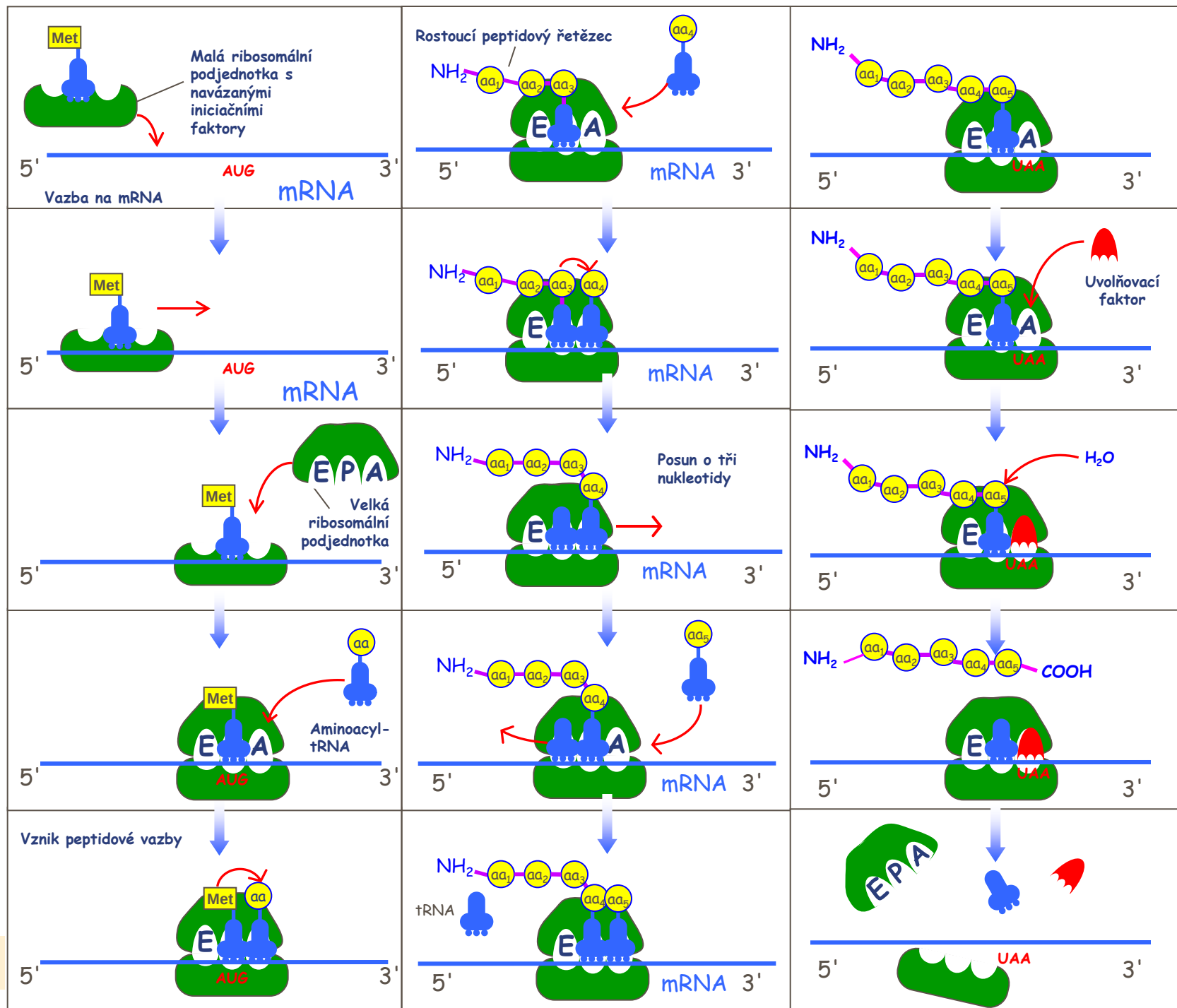
Místo tRNA se na stop kodon v A-místě vážou tzv. **terminační faktory**, které mění aktivitu peptidyltransferasy tak, že místo aminokyseliny použije molekulu vody pro uvolnění karboxylového konce hotového polypeptidového řetězce z tRNA v P-místě.



# Terminace translace

Po skončení proteosyntézy je mRNA odpojena od ribosomu a dojde k **disociaci obou podjednotek ribosomu**, které se mohou navázat na jinou molekulu mRNA a začít novou transkripci.





Obr. 9.  
Iniciace,  
elongace,  
a terminace  
translace