

## DUM č. 15 v sadě

### 22. Ch-1 Biochemie

Autor: Martin Krejčí

Datum: 30.04.2014

Ročník: 6AF, 6BF

Anotace DUMu: Rozdělení aminokyselin, chemické vzorce aminokyselin, modifikované aminokyseliny, významné neproteinogenní aminokyseliny

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# AMINOKYSELINY II

PŘEHLED PROTEINOGENNÍCH AMINOKYSELIN  
CHEMICKÉ REAKCE AMINOKYSELIN

# AMINOKYSELINY

Triviální název	Systematický název	Tříp. zkratka	Jednop. zkratka
glycin	kys. aminoocetová	Gly	G
L-alanin	k. L-2-aminopropanová	Ala	A
L-valin	kys. L-2-amino-3-methylbutanová	Val	V
L-leucin	kys. L-2-amino-4-methylpentanová	Leu	L
L-isoleucin	kys. L-2-amino-3-methylpentanová	Ile	I
L-fenylalanin	kys. L-2-amino-3-fenylpropanová	Phe	F
L-prolin	kys. L-pyrrolidin-2-karboxylová	Pro	P
L-cystein	kys. L-2-amino-3-merkaptopropanová	Cys	C
L-methionin	kys. L-2-amino-4-methylthiobutanová	Met	M
L-serin	kys. L-2-amino-3-hydroxypropanová	Ser	S

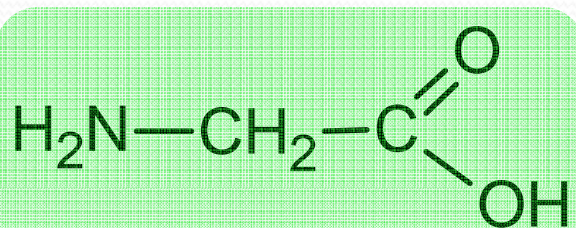
# AMINOKYSELINY

Triviální název	Systematický název	Tříp. zkratka	Jednop. zkratka
L-threonin	kys. L-2-amino-3-hydroxybutanová	Thr	T
L-tyrozin	kys. L-2-amino-3-(4-hydroxyfenyl)propanová	Tyr	Y
Kys. L-asparagová	kys. L-2-aminobutandiová	Asp	D
Kys. L-glutamová	kys. L-2-aminopentandiová	Glu	E
L-asparagin	Kys. L-2-amino-4-karbamoylbutanová	Asn	N
L-glutamin	Kys. L-2-amino-5-karbamoylpentadiová	Gln	Q
L-lysin	Kys. L-2,6-diaminohexanová	Lys	K
L-histidin	Kys. L-2-amino-3-(4-imidazolyl)propanová	His	H
L-tryptofan	Kys. L-2-amino-3-(3-indolyl)propanová	Trp	W
L-arginin	Kys. L-2-amino-5-guanidylpentanová	Arg	R

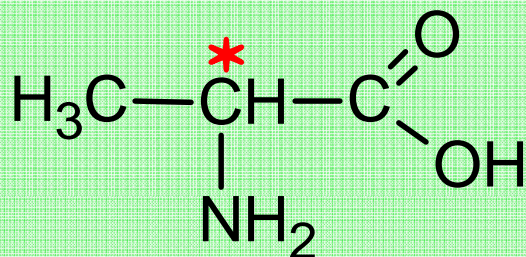
# Rozdělení AMK

## 1. Podle struktury postranního řetězce

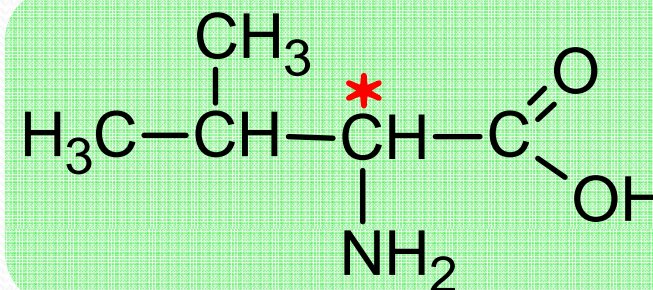
### a) Aminokyseliny s **nesubstituovaným** uhlovodíkovým postranním řetězcem



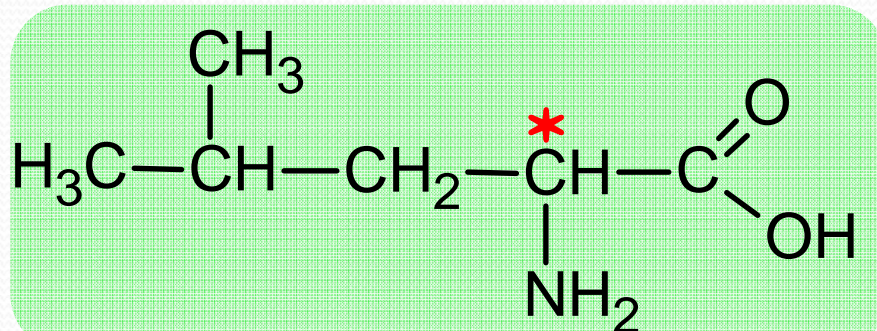
Glycin, Gly



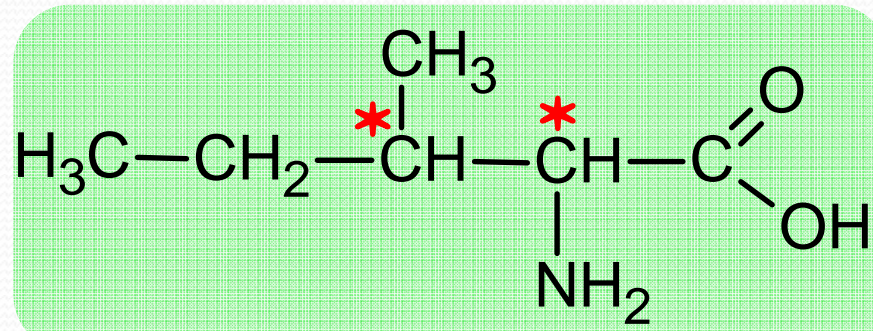
Alanin, Ala



Valin, Val



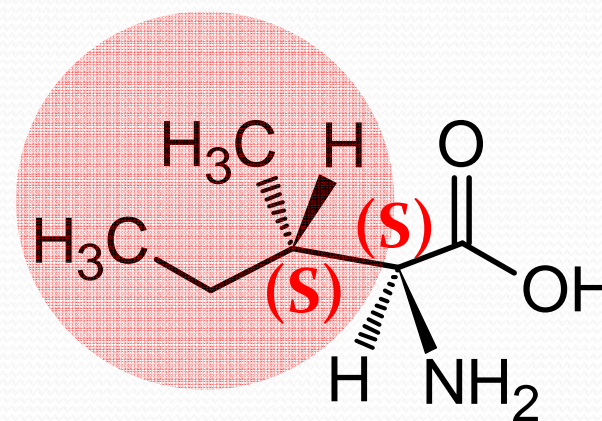
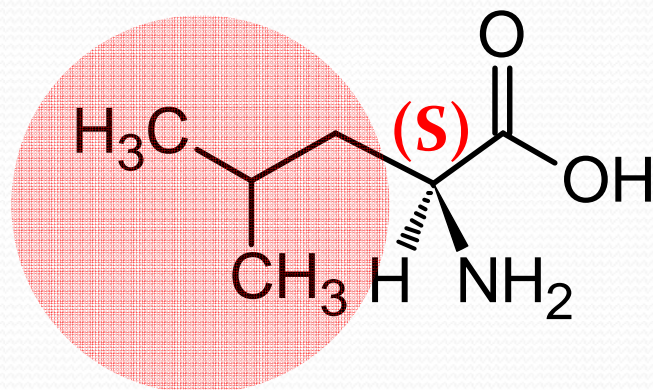
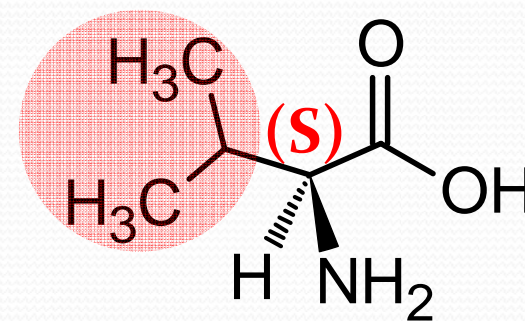
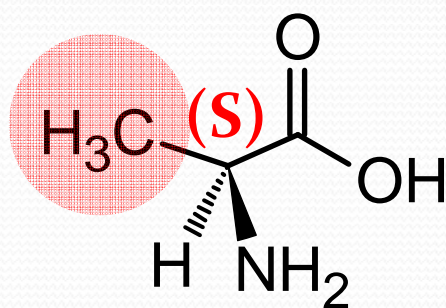
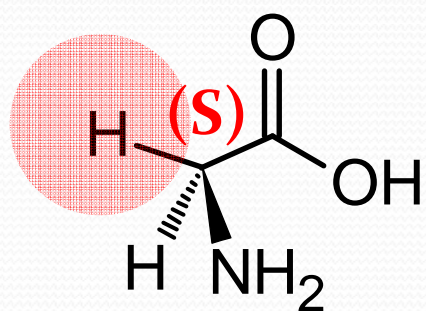
Leucin, Leu



Isoleucin, Ile

# Rozdělení AMK

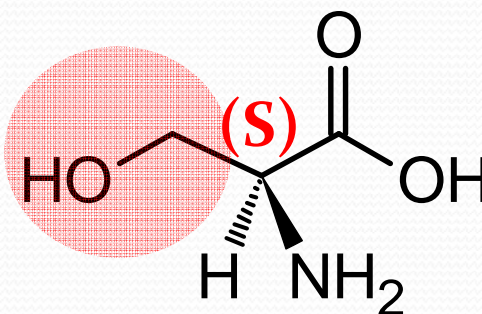
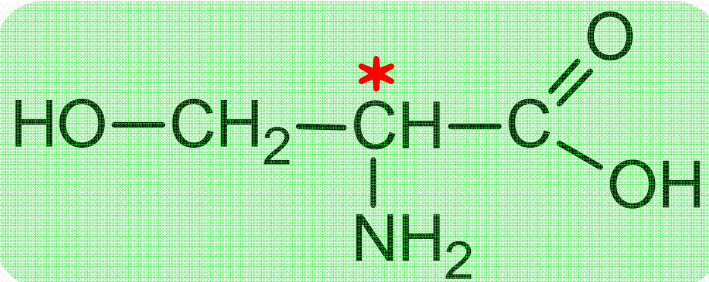
Cramovy perspektivní chemické vzorce



# Rozdělení AMK

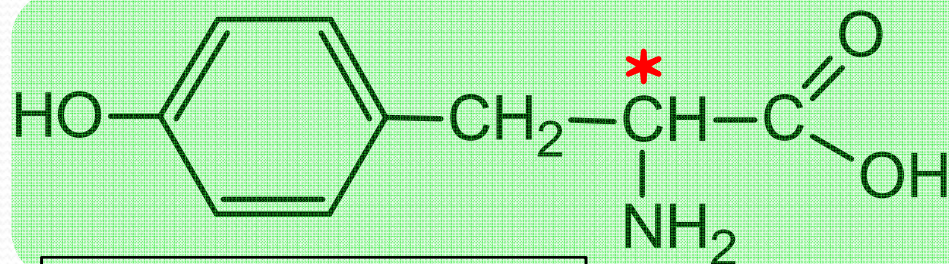
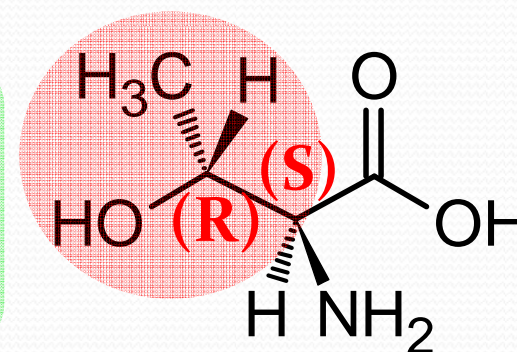
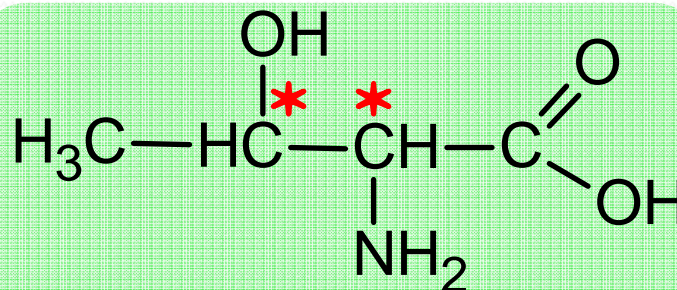
## 1. Podle struktury postranního řetězce

### b) Aminokyseliny s **hydroxylovou** funkční skupinou v postranním řetězci

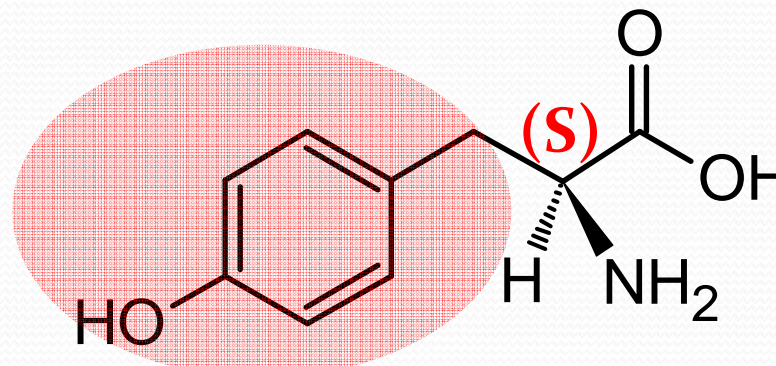


Serin, Ser

Threonin, Thr



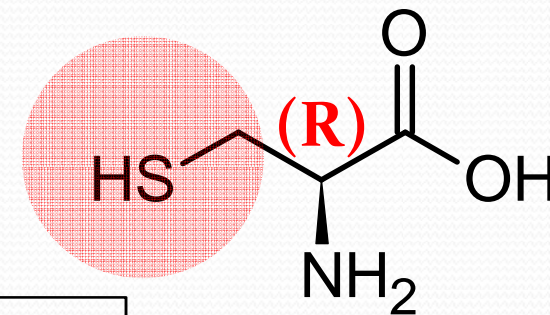
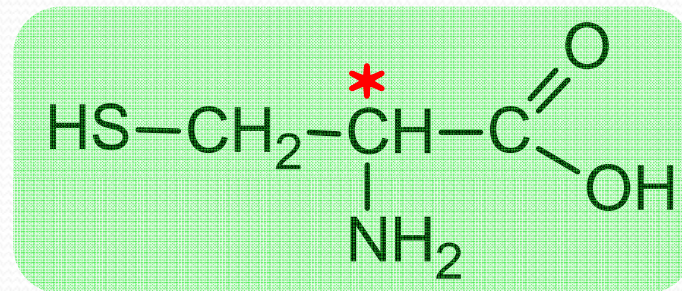
Fenylalanin, Phe



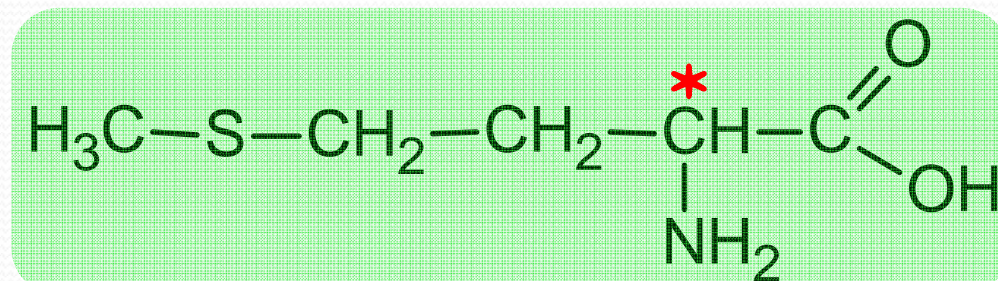
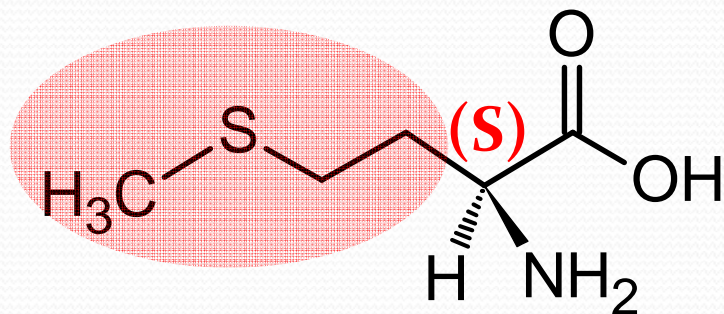
# Rozdělení AMK

1. Podle struktury postranního řetězce

c) Aminokyseliny se **sírou** v postranním řetězci



Cystein, Cys



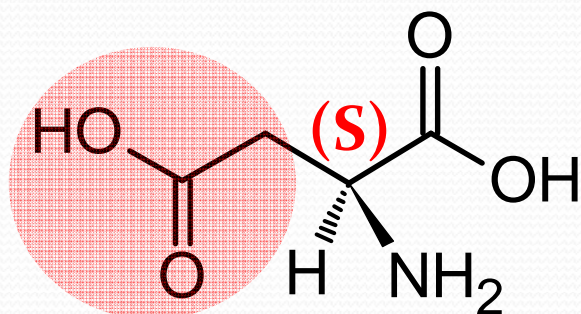
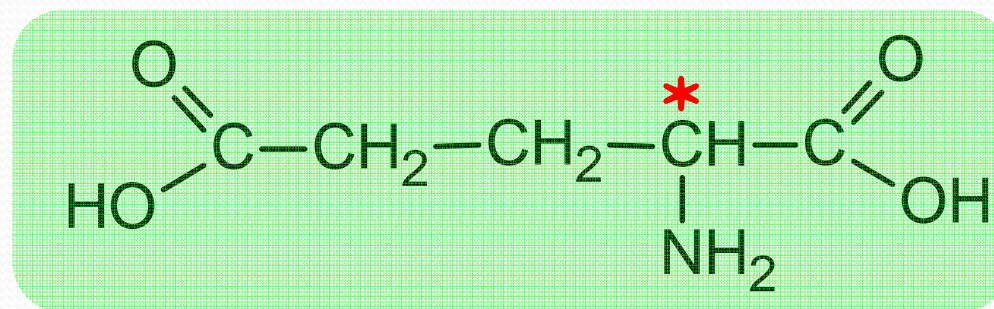
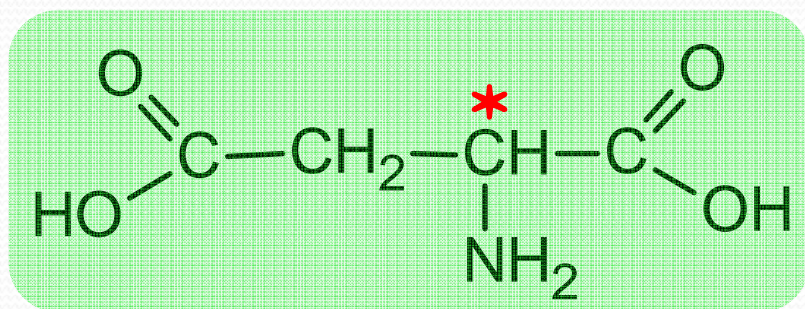
Methionin, Met



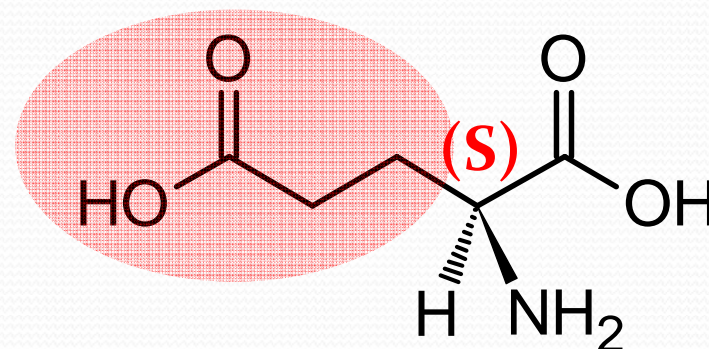
# Rozdělení AMK

## 1. Podle struktury postranního řetězce

d) Aminokyseliny s **karboxylovou funkční skupinou** v postranním řetězci



Kyselina asparagová, Asp

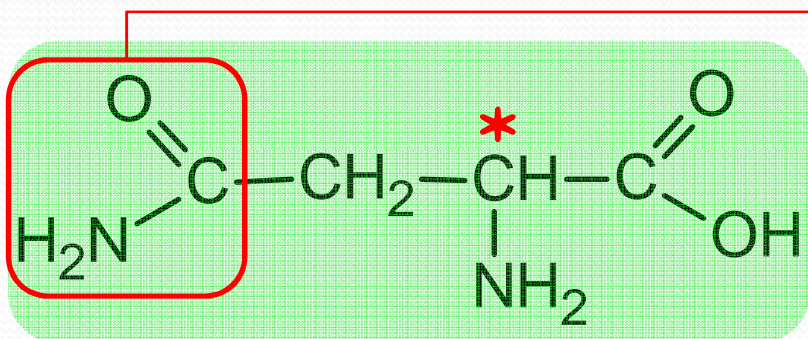


Kyselina glutamová, Glu

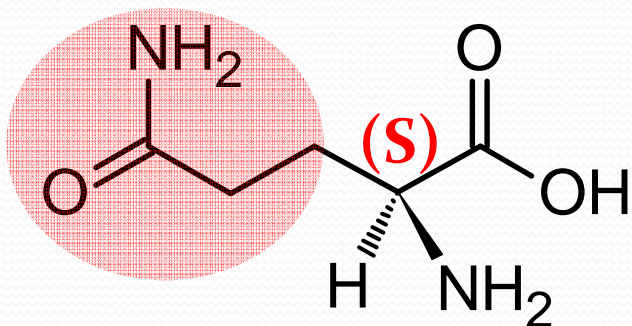
# Rozdělení AMK

## 1. Podle struktury postranního řetězce

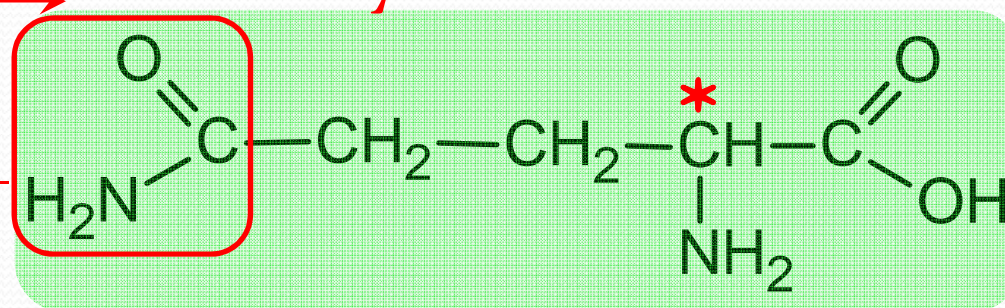
e) Aminokyseliny s karboxamidovou funkční skupinou v postranním řetězci



Asparagin, Asn



**Karbamoyl**

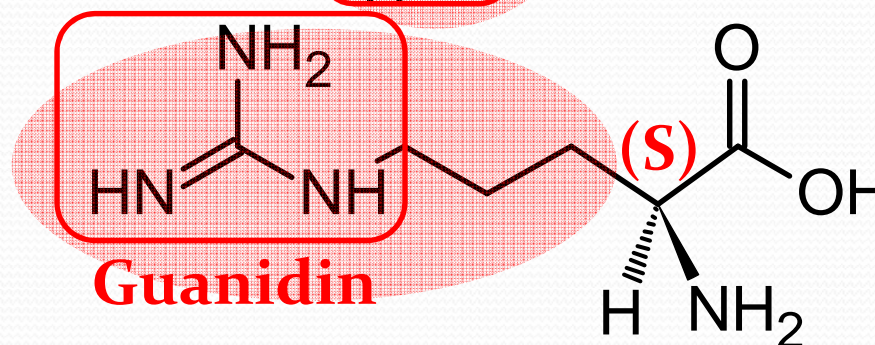
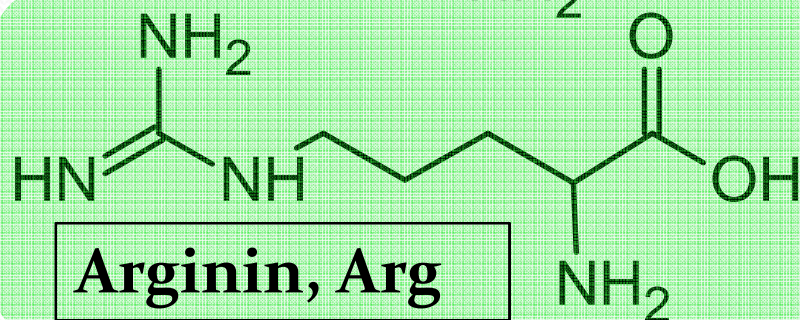
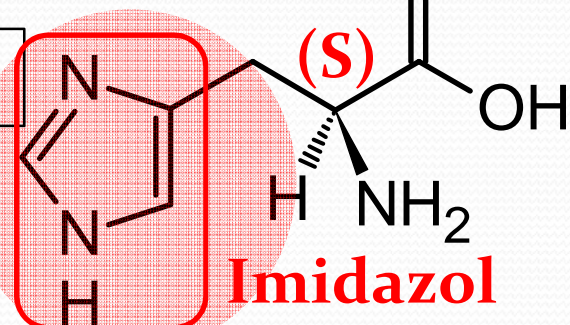
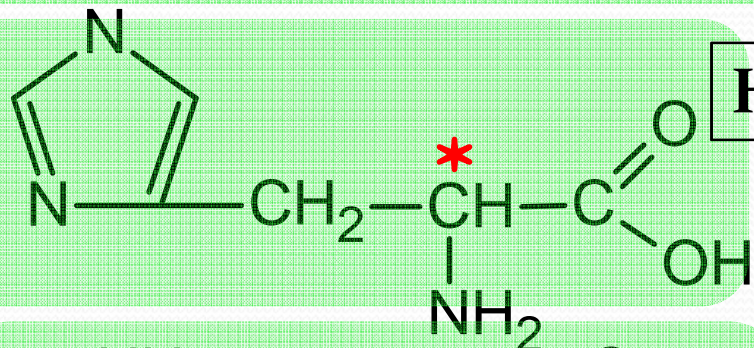
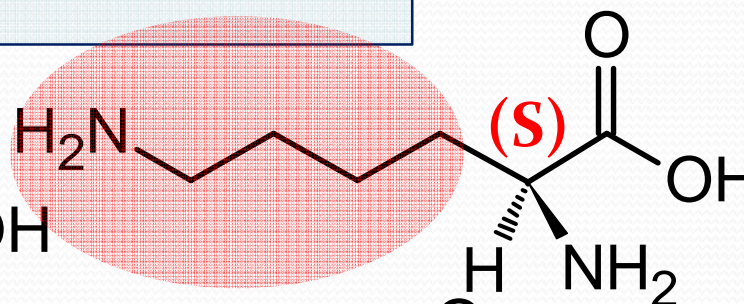
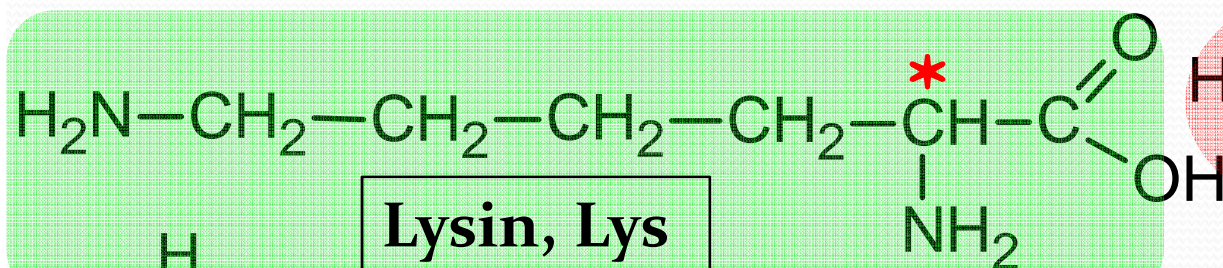


Glutamin, Gln

# Rozdělení AMK

## 1. Podle struktury postranního řetězce

f) Aminokyseliny s **bazickou funkční skupinou** v postranním řetězci

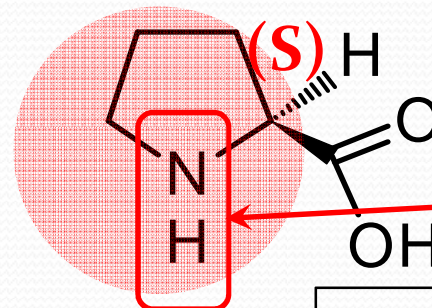
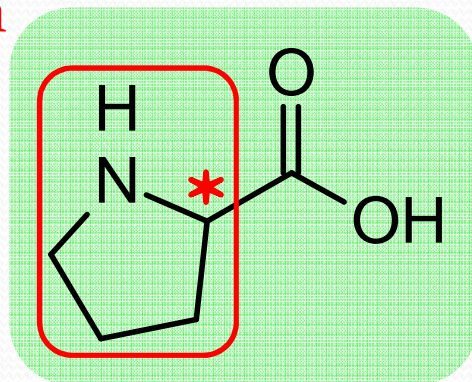


# Rozdělení AMK

## 1. Podle struktury postranního řetězce

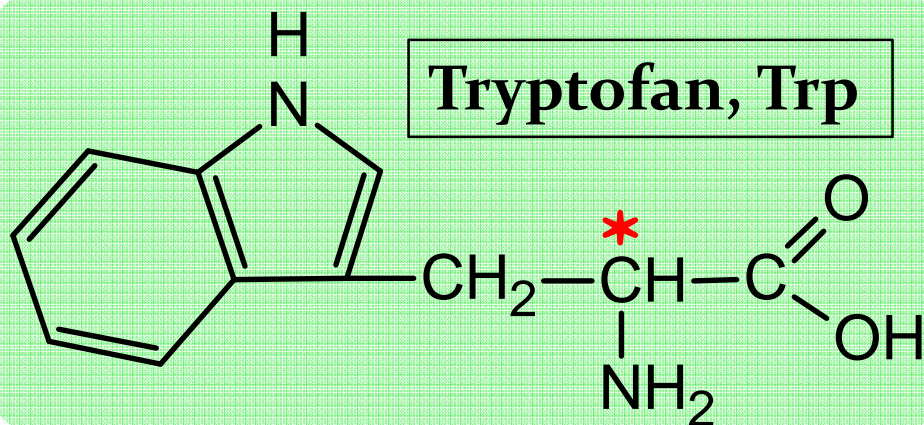
### g) Aminokyseliny s heterocyklickým postranním řetězcem

#### Pyrrolidin

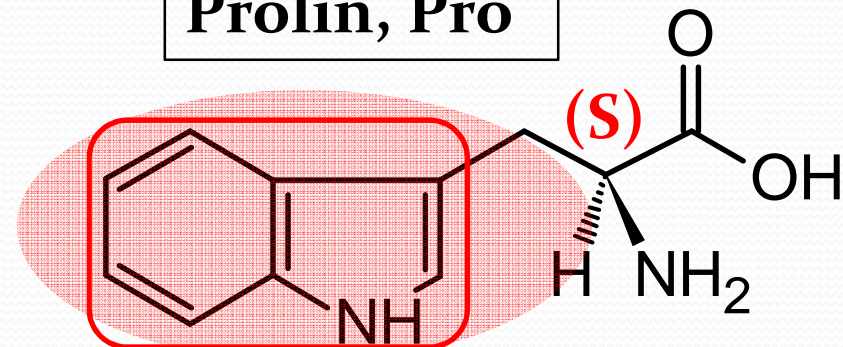


Jediná proteinogenní aminokyselina, která obsahuje **sekundární aminovou skupinu**

#### Prolin, Pro



#### Tryptofan, Trp



Heterocyklus

#### Indol

# Rozdělení AMK

## 2. Podle polaritý postranních řetězců

- a) S **nepolárním** postranním řetězcem:  
(Gly, Ala, Val, Leu, Ile, Met, Pro, Phe, Trp)
- Postranní řetězec v podstatě uhlovodíkový zbytek
  - Hydrofobní vlastnosti peptidů: nerozpustnost v H<sub>2</sub>O, tvorba nepolárních shluků na povrchu peptidu, schopnost vázat nepolární nízkomolekulární látky.
  - Podílí se na vytvoření terciární struktury proteinů.

# Rozdělení AMK

## 2. Podle polaritý postranných řetězců

b) S **polárním** postranním řetězcem:

(Ser, Thr, Tyr, Cys, Glu, Gln, Asp, Asn, Lys, Arg, His)

- Obsahují **polární funkční skupiny** (skupiny obsahující vodíkový atom vázaný na silně elektronegativní atom: kyslík nebo dusík).
- Tvorba **H-můstků** (jednak mezi aminokyselinami, s molekulami H<sub>2</sub>O a jinými nízkomolekulárními látkami).
- Snadno interagují s vodou, jsou **hydrofilní** – vysoká míra solvatace vede ke zvýšení **rozpustnosti** bílkovin ve vodě.

# Rozdělení AMK

## 2. Podle polaritý postranních řetězců

b) S **polárním** postranním řetězcem.

Podle iontové formy v postranních řetězcích v živých soustavách v neutrálním prostředí:

- **NEUTRÁLNÍ(nedisociují): Ser, Thr, Tyr, Cys, Gln, Asn**
- **KYSELÉ(odštěpují H proton  $\Rightarrow$  - náboj): Glu, Asp**
  - Elektrostaticky vážou kationty, vytváří solné můstky s kladně nabitými skupinami
  - Kovalentně se vážou s aminy, alkoholy i  $\text{CO}_2$

# Rozdělení AMK

## 2. Podle polaritý postranních řetězců

b) S **polárním** postranním řetězcem.

**BAZICKÉ** (přijímají H proton  $\Rightarrow$  + **náboj**): Arg, His, Lys

- Elektrostaticky vážou anionty, vytváří solné můstky se záporně nabitými skupinami
- Kovalentně se vážou s karbonylovou skupinou sloučeninami typu Shiffových bází.



# Rozdělení AMK

## 3. Podle významu ve výživě člověka

- **Esenciální aminokyseliny u člověka:**
  - Nutný přísun z potravy
  - Člověk není schopen syntetizovat jejich C-kostru  
(Val, Leu, Ile, Thr, Met, Lys, Phe, Trp)
- **Poloesenciální (semiesenciální) aminokyseliny u člověka:**
  - Esenciální pouze u dětí; rychlý růst organismu.  
(Arg, His)
- **Neesenciální aminokyseliny u člověka:**
  - Není třeba jejich přísun potravou.
  - Vznikají transaminací  $\alpha$ -oxokyselin a následnými reakcemi.  
(Ala, Asp, Asn, Glu, Gln, Gly, Pro,  
Ser, Cys (z Met !), Tyr (z Phe!))

# Rozdělení AMK

## 4. Podle výskytu

### 1) Přítomné ve všech organismech:

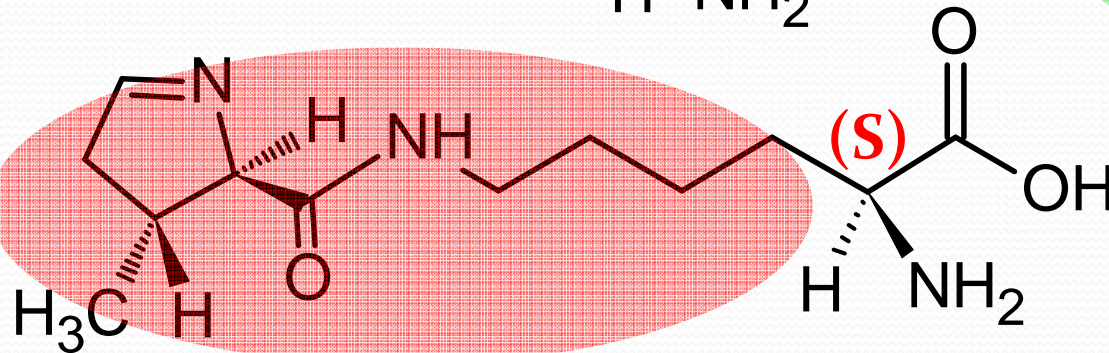
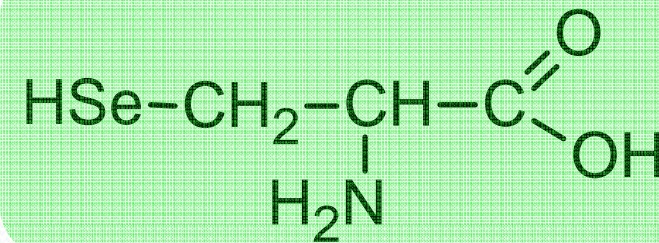
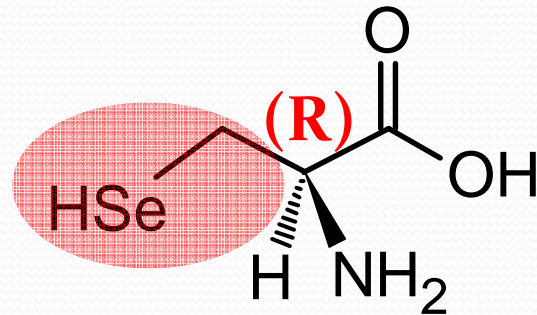
- 20 proteinogenních aminokyselin (kódovaných aminokyselin)
- pozn. Genetický kód – univerzální a degenerovaný

### 2) Přítomné jen v některých organismech:

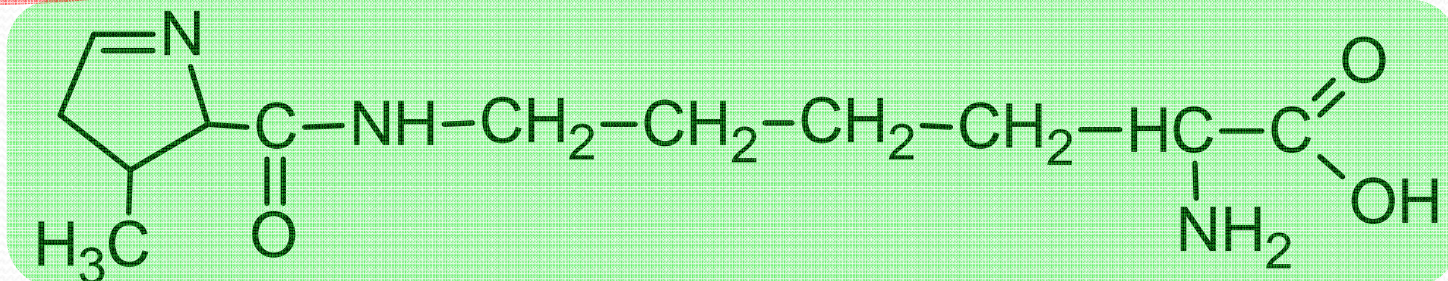
- 2 proteinogenní aminokyseliny – **selenocystein**, **pyrrolysin**
- Další aminokyseliny, které nejsou kódované: součást různých biochemických procesů (např. 4-hydroxyprolin, ornitin, citrulin apod.)

# Nekódované proteinogenní amk.

L-Selenocystein, Se-Cys, (Sec), U

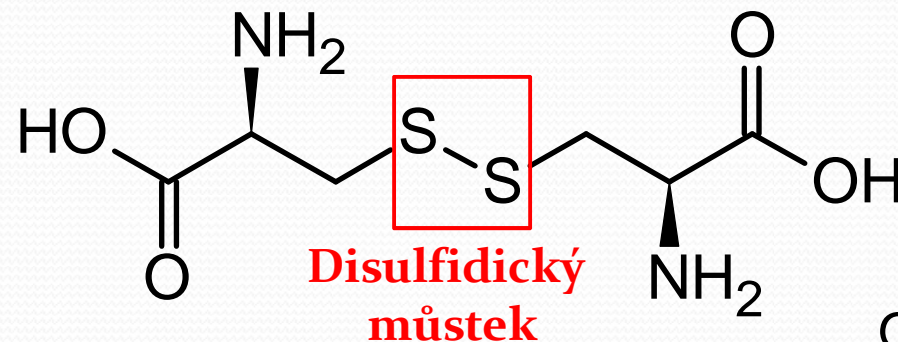


L-Pyrrolysine, Pyl, O



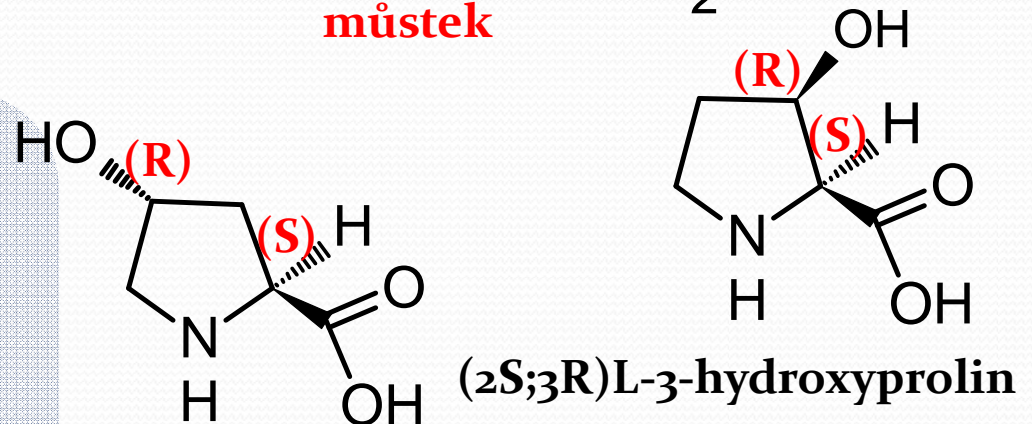
# Deriváty aminokyseliny

L-Cystin, CySSCy

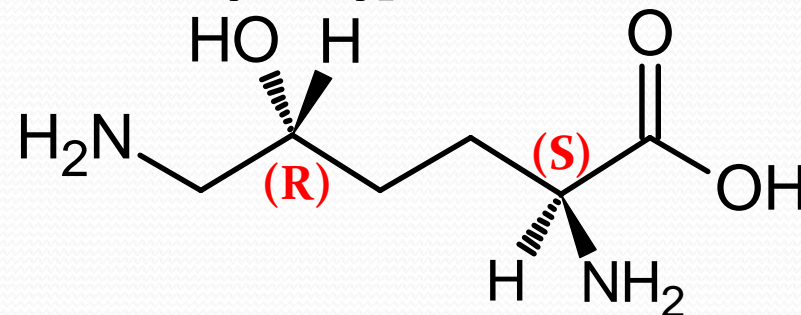


L-Hydroxyprolin, Hyp

- Hydroxyprolin i hydroxylysin se vyskytují v **kolagenu** a dalších proteinech (želatina)
- Hydroxylované postranní řetězce zvyšují stabilitu vytvářených fibril
- Modifikace závisí na přítomnosti **vitamínu C**.
- Nedostatek vitamínu C se projevuje v poruchách metabolismu kolagenu.



(2S;4R)-L-4-hydroxyprolin

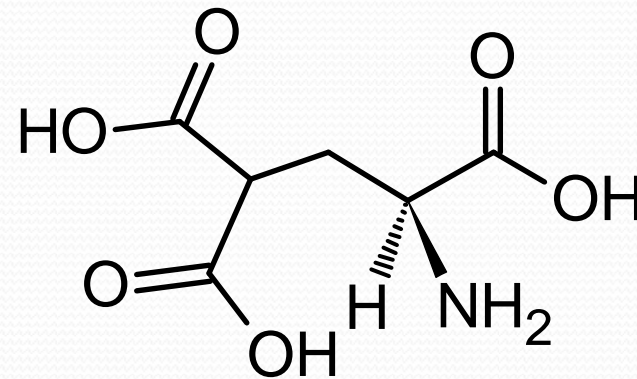


L-HydroxyLysin, Hyp

# Deriváty aminokyselin

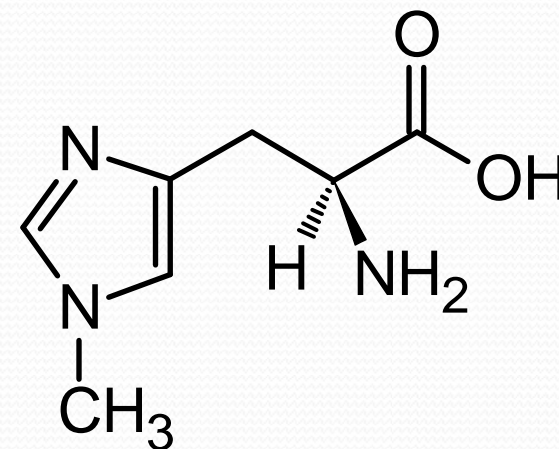
## $\gamma$ -KARBOXYGLUTAMOVÁ KYSELINA

- $\gamma$ -karboxyglutamová kyselina se nachází v některých proteinech zapojených v krevním srážení.
- Modifikace závisí na přítomnosti vitamínu K.
- Zvyšuje schopnost proteinových faktorů vázat  $\text{Ca}^{2+}$

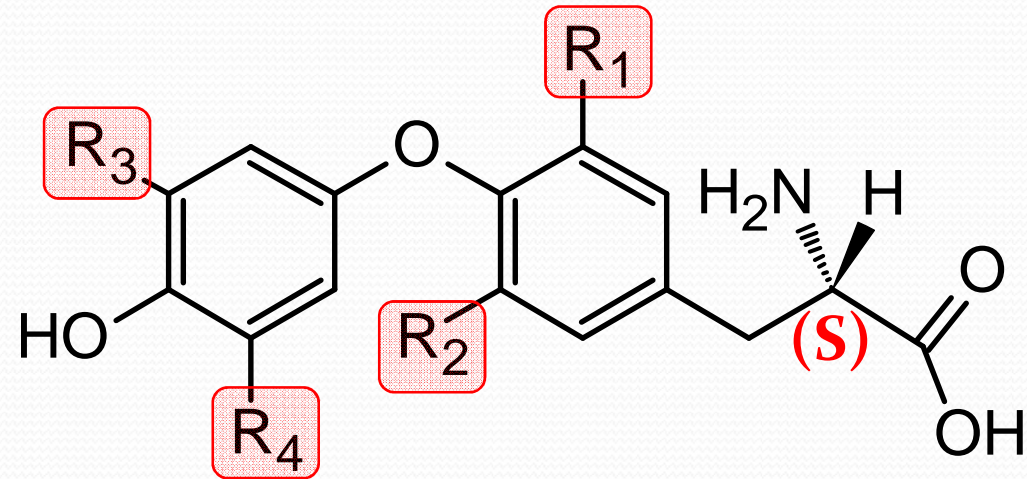
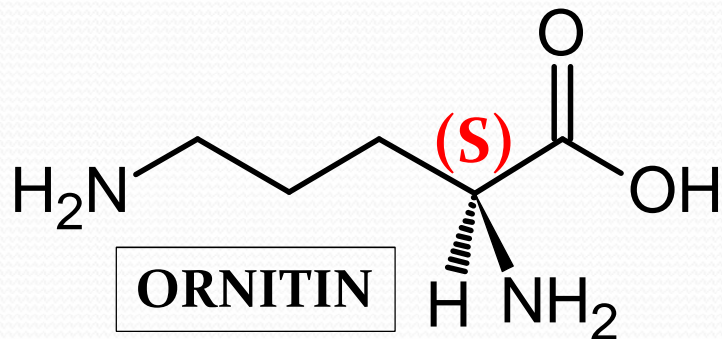


## 3-METHYLHISTIDIN

- Posttranslační methylací His v aktinu/myosinu vzniká 3-methylhistidin.
- Jeho exkrece močí je indikátorem odbourávání proteinů kosterního svalstva.



# Neproteinogenní aminokyseliny



- Klíčová sloučenina ornitinového cyklu – detoxikace od  $\text{NH}_3$ .
- Bazická aminokyselina se dvěma aminoskupinami podoba s lysinem.
- C-skelet kratší o jeden uhlík.

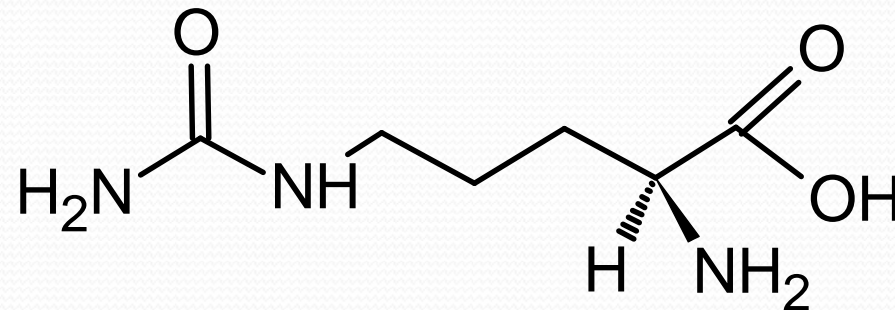
$(\text{R}_1 ; \text{R}_2 ; \text{R}_3 ; \text{R}_4) = \text{H} \Rightarrow$  **THYRONIN**  
 $(\text{R}_1 ; \text{R}_2 ; \text{R}_3 ; \text{R}_4) = \text{I} \Rightarrow$  **TETRAJODTHYRONIN**  
(Thyroxin)  
 $(\text{R}_1 ; \text{R}_2 ; \text{R}_3 = \text{I} ; \text{R}_4 = \text{H}) \Rightarrow$  **TRIJODTHYRONIN**

**THYROXIN** je prohormon, vlastním hormonem je **TRIJODTYRONIN**. Tvoří se až v cílových buňkách. V buňkách řídí oxidaci živin a míru jejich využití. Ovlivňuje činnost nervové a pohlavní soustavy. Sekreci thyroxinu řídí TSH hormon - **thyreotropní hormon** secernovaný adenohipofýzou.

# Neproteinogenní aminokyseliny

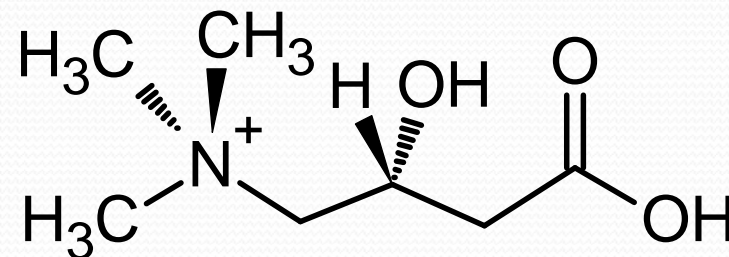
## L-CITRULLIN

- L-citrullin je produktem reakce **ornithinu s karbamoylfosfátem v ornithinovém cyklu** – detoxikace toxického  $\text{NH}_3$ .
- U rostlin rezervoár dusíku



## L-KARNITIN

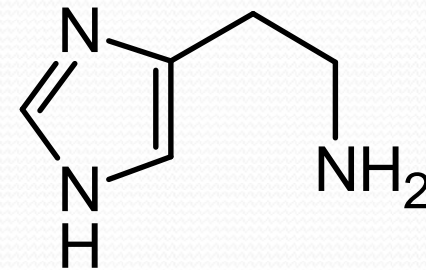
- L-karnitin se podílí na **přenosu mastných kyselin z cytosolu do mitochondrií**, kde jsou oxidovány (tzv.  $\beta$ -oxidace).
- Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem totiž nemohou procházet mitochondriální membránou samy o sobě.
- L-karnitin je syntetizován v játrech z aminokyselin lysinu a methioninu,
- Hojný je ve svazech. K syntéze je nutný **askorbát - vitamín C**.



# Neproproteinogenní aminokyseliny

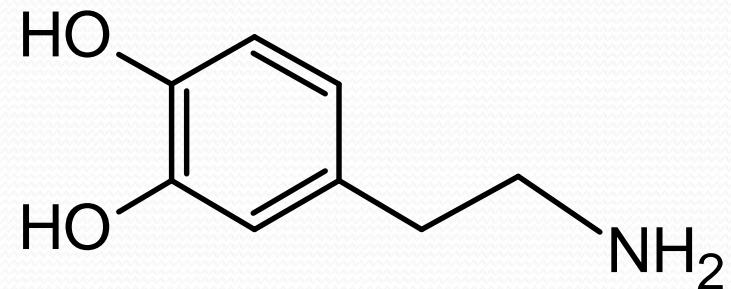
## HISTAMIN

- Fyziologicky působí na **hladkou svalovinu**, způsobuje intenzivní kontrakce např. dělohy, **rozšiřuje cévy** a tím **snižuje krevní tlak**.
- Nadměrné uvolnění při alergické reakci  $\Rightarrow$  zúžení průdušek (u astmatu), kopřivku aj.
- Histamin se uplatňuje i při **vzniku zánětu** a zvyšuje též vylučování žaludeční šťávy.
- Potlačení působení je součástí léčby alergií – **antihistaminika**.



## DOPAMIN

- Dopamin patří mezi **neurotransmitery** do skupiny **katecholaminů**.
- Funkcí se projevuje i jako **neurohormon** – jeho uvolnění z **hypothalamu** inhibuje sekreci **luteotropního hormonu** (prolaktinu) z adenohipofýzy.
- Dopamin v oběhu účinkuje jako  **$\beta$ -1-sympatomimetikum** a při intravenózní aplikaci způsobuje zvýšení systolického krevního tlaku a zrychlení srdeční frekvence.

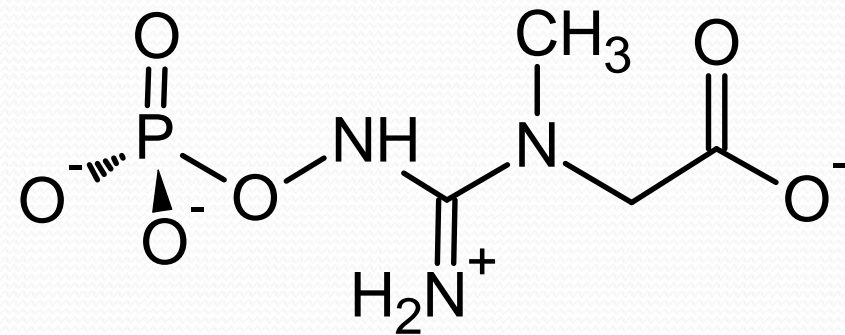
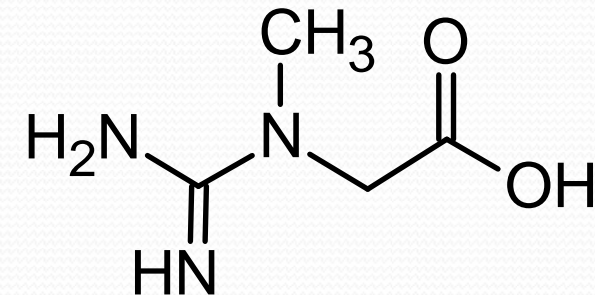




# Neproteinogenní aminokyseliny

## KREATIN

- Nejvyšší koncentrace dosahuje ve svalové tkáni.
- Kreatin slouží jako makroergická sloučenina, zásobující především svalovou tkáň, kde je potřeba v krátké době vynaložit poměrně velké množství ATP.
- V klidovém období je fosforylován účinkem ATP na kreatinfosfát, který se ukládá, při nárazové potřebě hodně ATP, je možné pomocí kreatinfosfátu zpětně vyrábět ATP fosforylací ADP za současné spotřeby kreatinfosfátu na kreatin.



## KREATINFOSFÁT