



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Ladislav Kažimír

Datum vytvoření: 08.05.2013

Číslo DUMu: VY_32_INOVACE_19_Ch_OCH

Ročník: II.

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Chemie

Tematický okruh: Organická chemie

Téma: Aminokyseliny

Metodický list/anotace:

Prezentace je určena pro téma **Aminokyseliny** v rozsahu SŠ.

Zopakování základních fyzikálních a chemických vlastností, reakcí a výskytu.

Seznámení studentů se systematickým názvoslovím i triviálním, lze doplnit o další příklady. Typičtí zástupci, jejich vlastnosti, průmyslová výroba a využití.

The background of the slide is a historical painting of a chemistry laboratory. A man with a long white beard, wearing a white lab coat, is seated and working with a large glass retort on a stand. The room is filled with various chemical apparatuses, including flasks, tubes, and a large furnace in the background. The scene is dimly lit, with light coming from a window or a lamp, creating a dramatic atmosphere.

SUBSTITUČNÍ DERIVÁTY KARBOXYLOVÝCH KYSELIN

AMINO Kyseliny

- ❑ FUNKČNÍ, SUBSTITUČNÍ DERIVÁTY
- ❑ AMK STRUKTURA
- ❑ FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI
- ❑ CHEMICKÉ VLASTNOSTI
- ❑ STANOVENÍ AMK
- ❑ AMK V POTRAVINÁCH
- ❑ DĚLENÍ AMK
- ❑ AMK VZORCE
- ❑ GLYCIN
- ❑ ALANIN

- ☐ VALIN
- ☐ LEUCIN
- ☐ ISOLEUCIN
- ☐ PROLIN
- ☐ FENYLALANIN
- ☐ TYROSIN
- ☐ TRYPTOFAN
- ☐ HISTIDIN
- ☐ SERIN
- ☐ THREONIN

- ☐ CYSTEIN
- ☐ METHIONIN
- ☐ LYSIN
- ☐ ARGININ
- ☐ KYSELINA ASPARAGOVÁ
- ☐ KYSELINA GLUTAMOVÁ
- ☐ ASPARAGIN
- ☐ GLUTAMIN
- ☐ SELENOCYSTEIN
- ☐ PYROLYSIN
- ☐ N-FORMYLMETHIONIN

Deriváty karboxylových kyselin

❑ *funkční deriváty* vznikají náhradou karboxylové skupiny

❑ *substituční deriváty* vznikají adicí další charakteristické skupiny na uhlovodíkový skelet, karboxyl je zachován

❑ *funkční deriváty*

➤ Soli karboxylových kyselin ($R-COOMe$ [Me - kov])

➤ Estery ($R-COOR$)

➤ Amidy ($R-CONH_2$)

➤ Halogenidy karboxylových kyselin, acylhalogenidy ($R-COX$)

➤ Nitrily ($R-CN$)

➤ Anhydridy ($R-CO-O-CO-R'$)

➤ Imidy ($R-CO-NH-CO-R'$)

Deriváty karboxylových kyselin

❑ *funkční deriváty* vznikají náhradou karboxylové skupiny

❑ *substituční deriváty* vznikají adicí další charakteristické skupiny na uhlovodíkový skelet, karboxyl je zachován

❑ *substituční deriváty*

➤ Hydroxykyseliny - řetězec obsahuje hydroxylovou skupinu **-OH**

➤ Aminokyseliny – řetězec obsahuje aminoskupinu **-NH₂**

➤ Oxokyseliny - řetězec obsahuje karbonylovou skupinu: aldehydovou **-CHO** nebo ketoskupinu **-CO-**

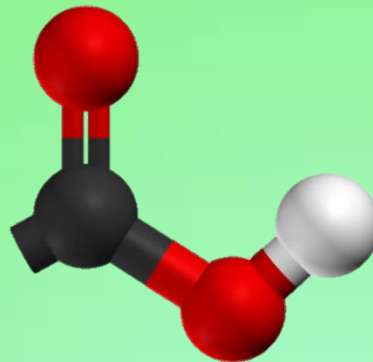
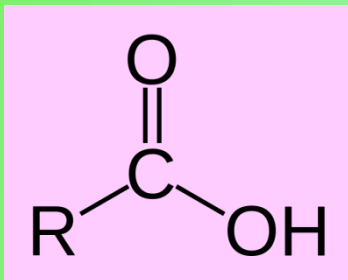
➤ Halogenkarboxylové kyseliny - atom vodíku v řetězci je nahrazen halogenem

Aminokyseliny - zkráceně AMK

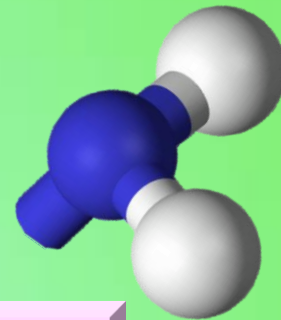
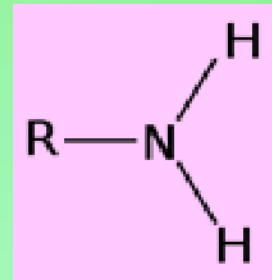
❑ obecně jakákoliv molekula obsahující karboxylovou ($-\text{COOH}$) a aminovou ($-\text{NH}_2$) funkční skupinu

❑ charakteristické skupiny

$-\text{COOH}$



$-\text{NH}_2$



❑ v biochemii se tímto termínem rozumějí pouze α -aminokyseliny

➤ **obě skupiny** navázány **na stejném atomu uhlíku C**

❑ v užším smyslu - proteinogenní α -L-aminokyseliny
- 23 základních stavebních složek všech proteinů (bílkovin)

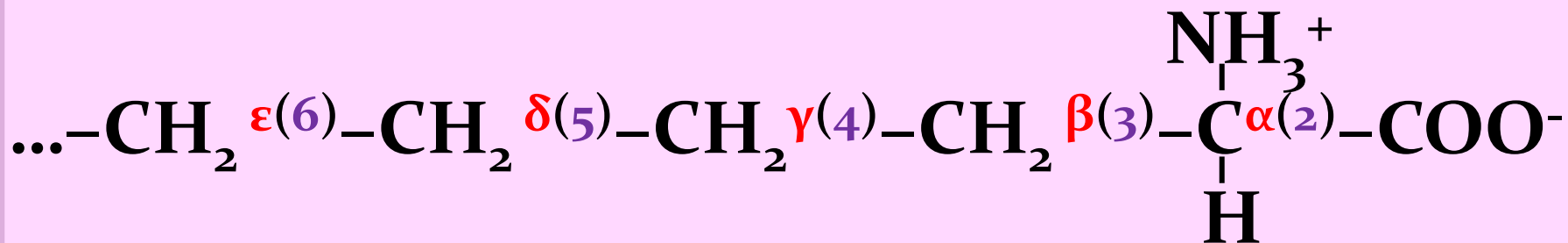
Aminokyseliny - struktura

☐ v biochemii figurují pouze **α -L-aminokyseliny**

➤ α -D-AMK se v přírodě prakticky nevyskytují s výjimkou buněčných stěn bakterií a některých antibiotik

☐ písmeno α zde značí, že hlavní funkční skupiny jsou vázané na tzv. α -uhlík, na kterém je dále navázán jeden atom vodíku a *postranní řetězec aminokyseliny*

➤ α -uhlík je tím pádem stereogenním centrem (chirální uhlík, asymetrický uhlík, opticky aktivní)



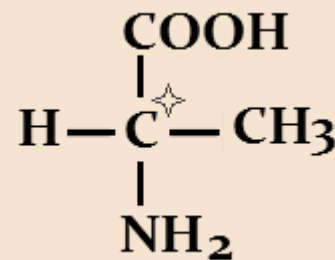
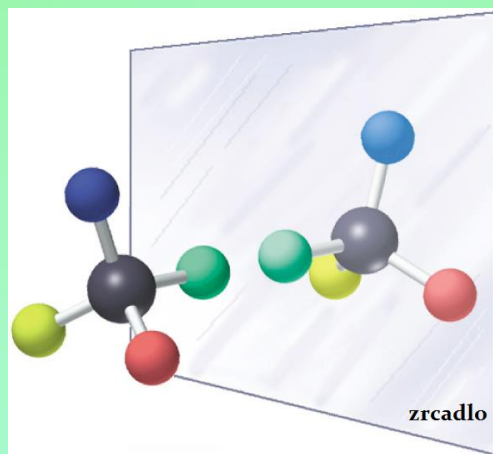


Fyzikální vlastnosti

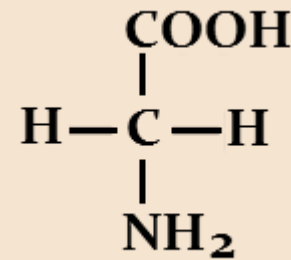
Optická otáčivost

- ❑ Díky přítomnosti stereogenního centra (chirálního uhlíku) - **4 různé substituenty na α -uhlíku** - mají aminokyseliny schopnost stáčet rovinu polarizace u polarizovaného světla.
- ❑ α -aminokyseliny (výjimka glycín) existují v jednom ze dvou enantiomerů, které se nazývají L a D aminokyseliny - zrcadlové obrazy jeden druhého

Obr.2



alanin



glycín

Chemické vlastnosti

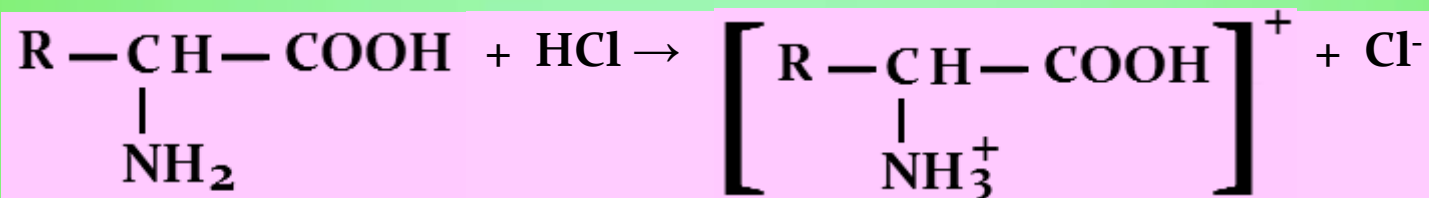
Reakce v kyselém a zásaditém prostředí

□ $-\text{COOH}$ odštěpuje H^+ $\rightarrow -\text{COO}^-$ chová se jako kyselina

□ $-\text{NH}_2$ přijímá H^+ $\rightarrow -\text{NH}_3^+$ chová se jako zásada

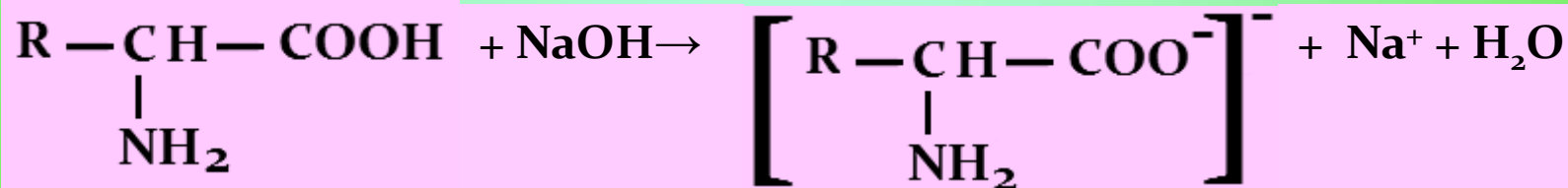
❖ AMK v kyselém prostředí

AMK se chová jako **kationt**



❖ AMK v zásaditém prostředí

AMK se chová jako **aniont**



Chemické vlastnosti

Reakce v kyselém a zásaditém prostředí

❖ AMK je sama sobě kyselinou i zásadou



při určité hodnotě pH
nastane situace, že
-COOH je formě **-COO⁻**
a **-NH₂** ve formě **-NH₃⁺**

- tato hodnota pH je pro každou AMK charakteristická
a nazývá se **IZOELEKTRICKÝ BOD *pI***

Izoelektrické pH u aminokyselin, které mají dvě
disociovatelné skupiny, leží uprostřed hodnot
pK na obou stranách izoiontového uspořádání: $pI = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$

➤ v tomto bodě má AMK **nejmenší rozpustnost ve vodě**

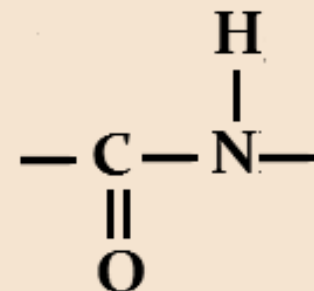
➤ AMK se nepohybuje v elektrickém poli - má nulový náboj

Chemické vlastnosti

Reakce aminokyselin

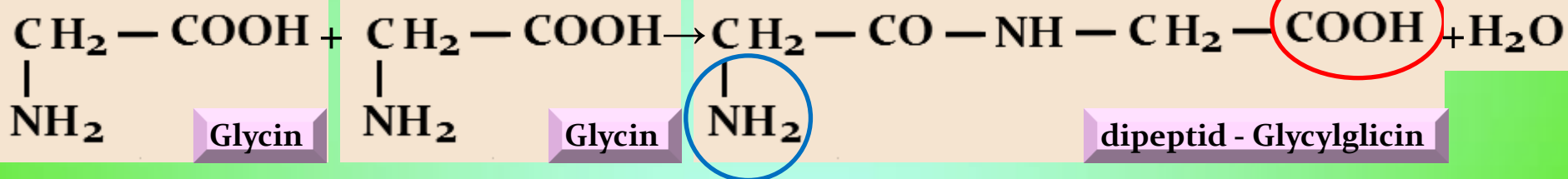
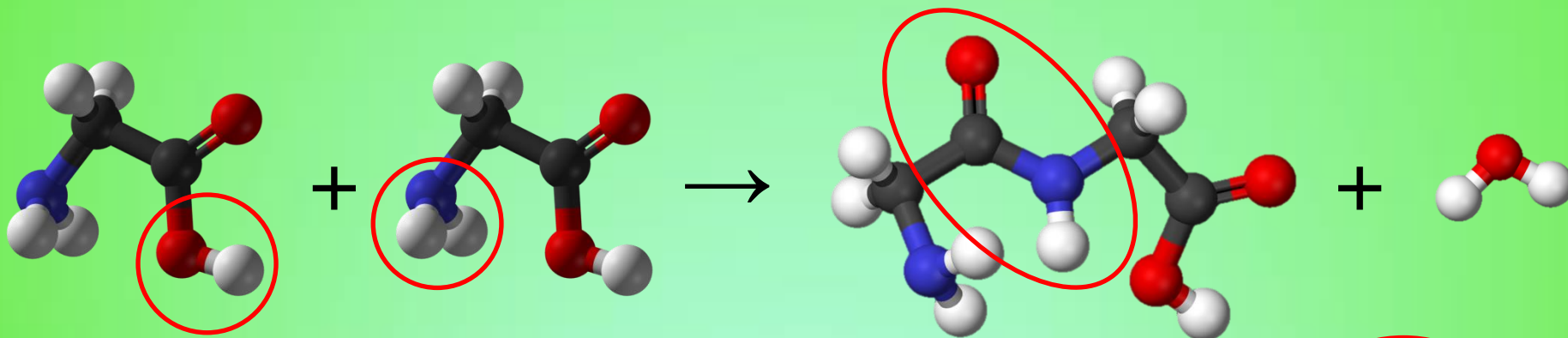
□ Tvorba peptidové vazby (amidové)

–CO–NH–



➤ reakce - (poly)kondenzace

➤ reagují **α-karboxylová skupina** jedné aminokyseliny s **α-aminovou skupinou** druhé za odštěpení molekuly vody



➤ u peptidů i bílkovin označujeme **N-konec** a **C-konec**

Chemické vlastnosti

Reakce aminokyselin

Proinzulin nůžky naznačují místa sestřihu – vzniká funkčního inzulinu

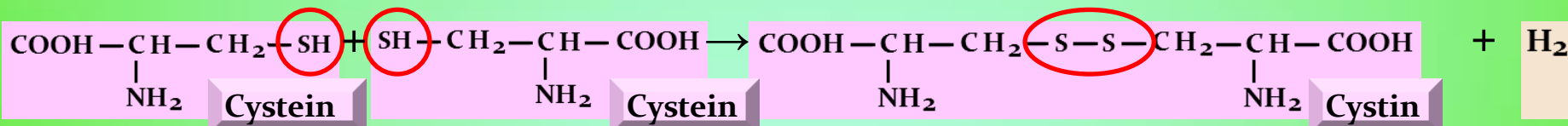
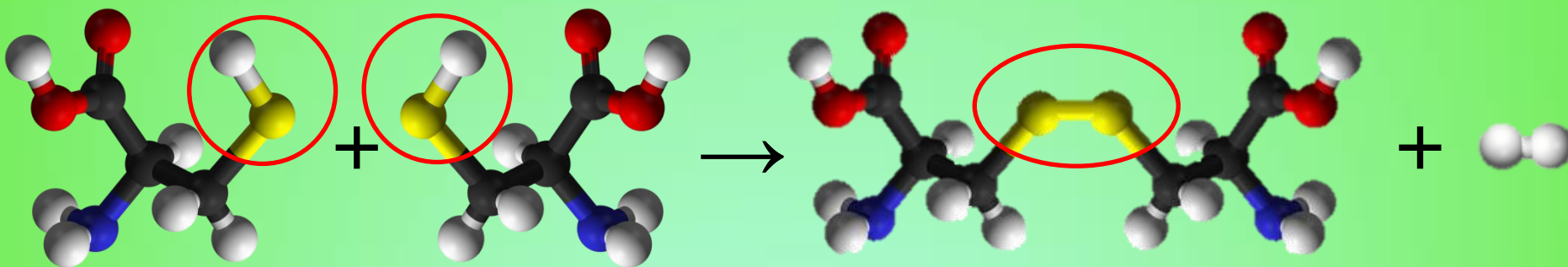
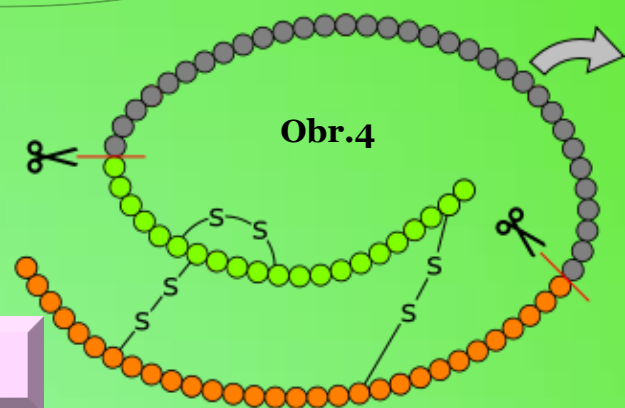


❑ Tvorba disulfidové vazby (disulfidový můstek)

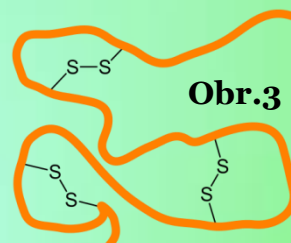


➤ vzniká spojením dvou molekul cysteinu

➤ vznikají oxidací dvou sulfanylových **-SH** skupin cysteinu



➤ disulfidické můstky jsou důležité u peptidů a bílkovin



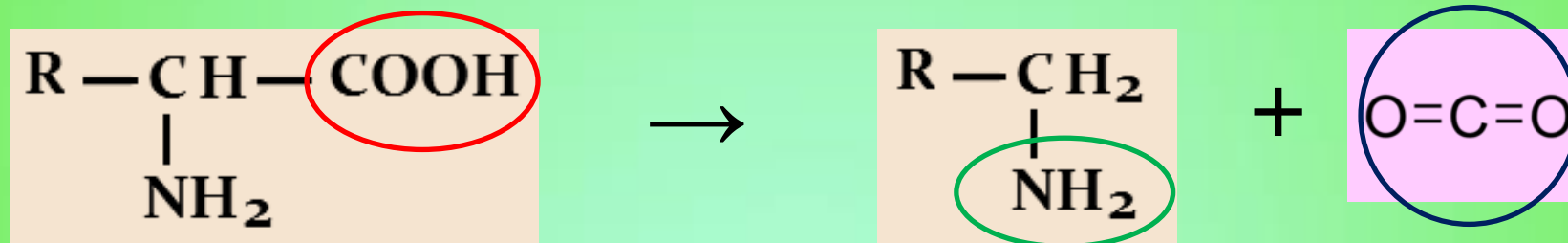


Chemické vlastnosti

Reakce aminokyselin

□ Dekarboxylace AMK

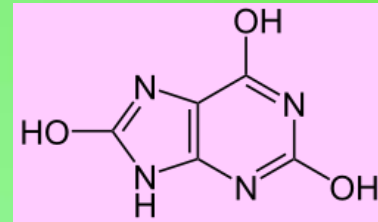
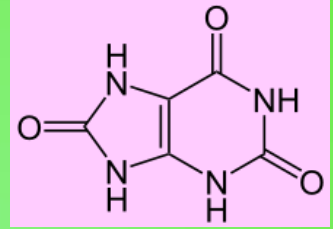
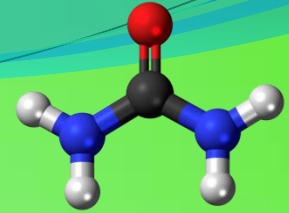
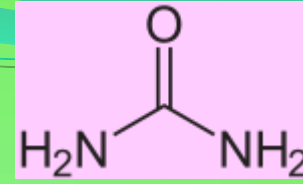
- dochází k odštěpení oxidu uhličitého CO_2 z karboxylové skupiny $-\text{COOH}$
- dekarboxylací aminokyselin vznikají **primární aminy**



- Zahřátím se karboxylová skupina rozštěpí na oxid uhličitý a uhlovodíkový zbytek.

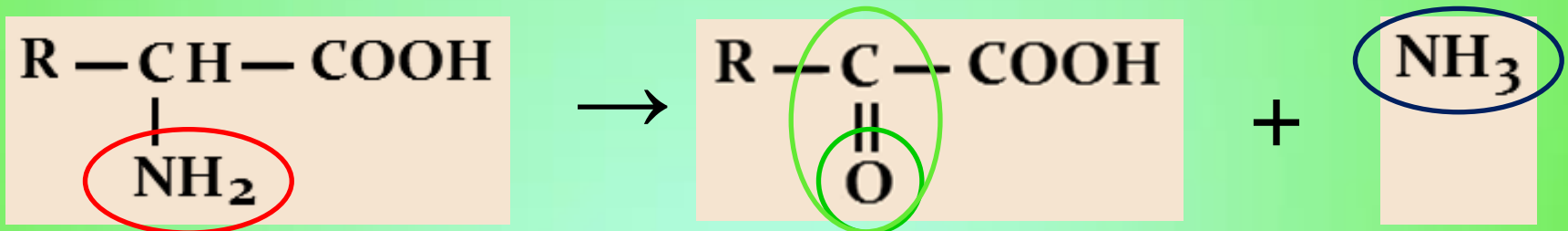
Chemické vlastnosti

Reakce aminokyselin



❑ Oxidační deaminace AMK

- Aminoskupina -NH_2 je odstraněna z AMK a je přeměněna na amoniak NH_3
- NH_3 je pro lidský organismu toxický, enzymy převáděn na močovinu a kyseliny močové
- základní reakce odbourávání AMK při nadbytku bílkovin
- deaminací aminokyselin vznikají **oxo (keto)** kyseliny



- V lidském těle deaminace probíhá primárně v játrech, i když glutamát se deaminuje také v ledvinách.

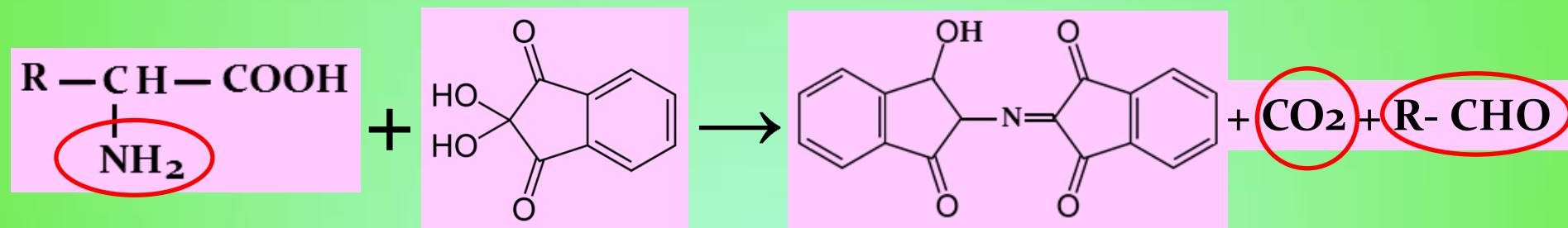
Chemické vlastnosti

Reakce aminokyselin

❑ Důkazová reakce AMK

➤ reakce s ninhydrinem

- ninhydrin se redukuje a vytváří s amonickou skupinou a další neredukovanou molekulou ninhydrinu modrofialový komplex



➤ barvení ninhydrinem - lidské otisky





Chemické vlastnosti

Stanovení aminokyselin

☐ chromatograficky

- papírová chromatografie
- chromatografie na tenké vrstvě
- separační metoda sloužící k dělení a k následné identifikaci jednotlivých AMK na základě hodnot R_f (*retardačních faktorů*)
- AMK nejsou barevné a proto se nejčastěji detekují (zviditelňují) reakcí s ninhydrinem nebo UV zářením



Chemické vlastnosti

Stanovení aminokyselin

☐ elektroforeticky

- separační metoda sloužící k dělení a k následné identifikaci jednotlivých AMK na základě hodnot pI (*izoelektrických bodů*)

☐ spektrofotometricky

- AMK se převádí reakcí s ninhydrinem na barevný komplex a následně se stanovují vlnovou délkou v oblasti viditelného světla nebo v UV oblasti

AMK v potravinách



❑ AMK mají velký vliv na organoleptické vlastnosti potravin - především chuť

❑ produkty reakcí AMK jsou často významnými vonnými a chuťovými látkami

❑ podle organoleptických vlastností dělíme AMK:

➤ sladké

GLY, ALA, THR, PRO, HIS

➤ kyselé

ASP, GLU

➤ hořké

LEU, ILE, PHE, TYR, TRP

➤ indiferentní
(bez chuti)

VAL, SER, CYS, MET, LYS, ARG, ASN, GLN

Proteiogenní aminokyseliny



- ❑ AMK s alifatickým postranním řetězcem

GLY, ALA, VAL, LEU, ILE

- ❑ AMK s karboxylovou nebo amidovou skupinou na postranním řetězci

ASP, ASN, GLU, GLN

- ❑ AMK s aminovou skupinou na postranním řetězci

ARG, LYS

- ❑ AMK s aromatickým jádrem nebo hydroxylovou skupinou na postranním řetězci

HIS, PHE, TRP

TYR

SER, THR

- ❑ AMK se sírou v postranním řetězci

MET, CYS

- ❑ AMK obsahující sekundární amin

PRO

Proteingenní aminokyseliny



Podle chemické konstituce

❖ Alifatické

➤ monoamino - monokarboxylové -NH_2 / -COOH

-OH SER, THR

-S , -SH CYS, MET

-ALKYLY GLY, ALA, VAL, LEU, ILE

➤ diamino - monokarboxylové 2x-NH_2 / -COOH

LYS, ARG

➤ monoamino - dikarboxylové -NH_2 / 2x-COOH

ASP, GLU a jejich deriváty

❖ Cyklické

➤ isocyklické - aromatické

PHE, TYR

➤ heterocyklické

PRO, HIS, TRP



Proteogenní aminokyseliny

□ Podle polarity postranního řetězce

❖ s nepolárním postranním řetězcem - hydrofobní

ALA, VAL, LEU, ILE, PHE (PRO, TRP, MET, GLY)

❖ AMK s prakticky neionizovatelnými skupinami polárního charakteru

SER, THR, LYS, TYR (MET, TRP, GLY)

❖ kyselé AMK

ASP, GLU

❖ zásadité AMK

LYS, ARG, HIS



Proteiogenní aminokyseliny

Glycin	Gly	G	neesenciální	nepolární
Alanin	Ala	A	neesenciální	nepolární
Valin	Val	V	esenciální	nepolární
Leucin	Leu	L	esenciální	nepolární
Isoleucin	Ile	I	esenciální	nepolární
Prolin	Pro	P	neesenciální	nepolární
Fenylalanin	Phe	F	esenciální	nepolární
Tyrosin	Tyr	Y	neesenciální	neutrální polární
Tryptofan	Trp	W	esenciální	nepolární
Histidin	His	H	neesenciální	zásaditá



Proteogenní aminokyseliny

Serin	Ser	S	neesenciální	polární
Threonin	Thr	T	esenciální	polární
Cystein	Cys	C	esenciální	polární
Methionin	Met	M	esenciální	nepolární
Lysin	Lys	K	esenciální	zásaditá
Arginin	Arg	R	neesenciální	zásaditá
Asparágová k.	Asp	D	neesenciální	kyselá
Glutamová k.	Glu	E	neesenciální	kyselá
Asparagin	Asn	N	neesenciální	polární
Glutamin	Gln	Q	neesenciální	polární

Proteogenní aminokyseliny

Glycin

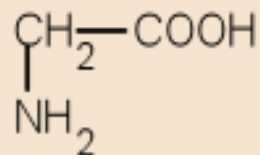
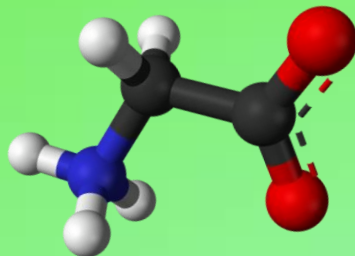
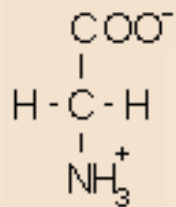
Gly

G

2-aminoetanová

aminooctová

1



Alanin

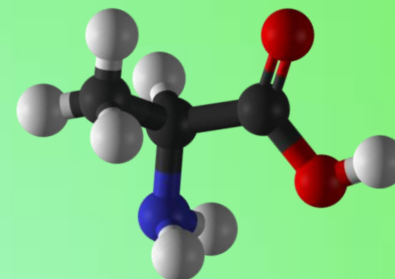
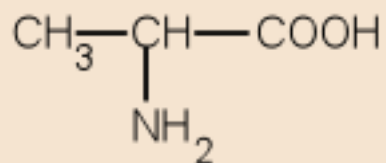
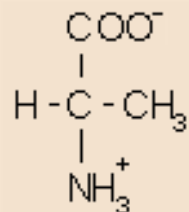
Ala

A

2-aminopropanová

α-aminopropionová

2



Valin

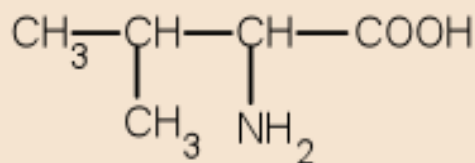
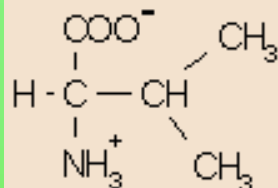
Val

V

2-amino-3-methylbutanová

α-aminoisovalerová

3



Proteogenní aminokyseliny

Leucin

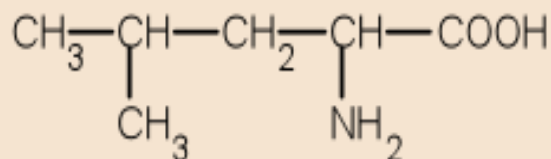
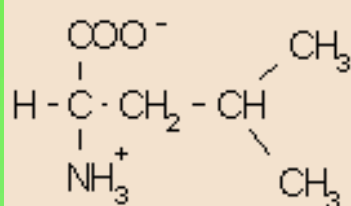
Leu

L

2-amino-4-methylpentanová

α -aminoisokapronová

4



Isoleucin

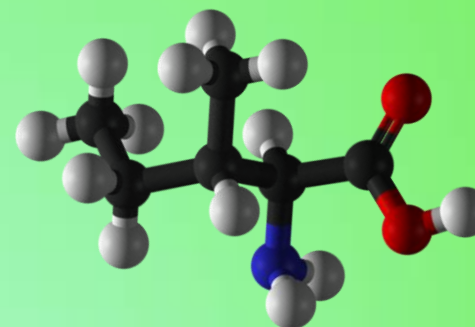
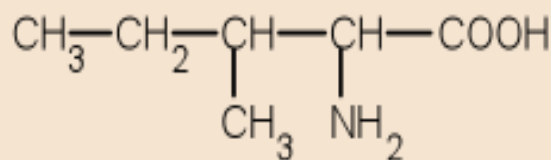
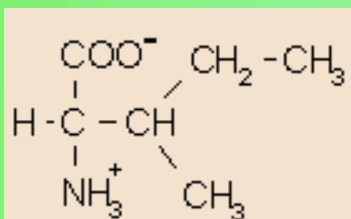
Ile

I

2-amino-3-methylpentanová

α -amino- β -methylvalerová

5



Prolin

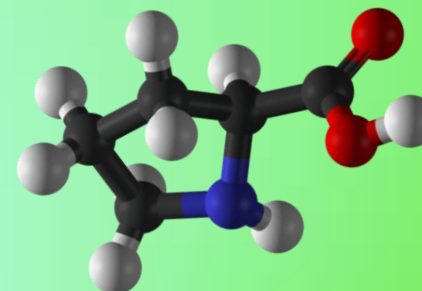
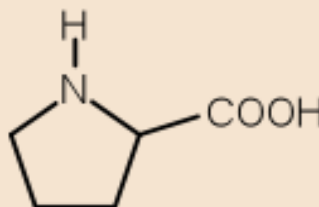
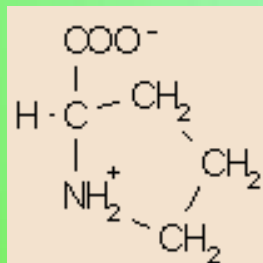
Pro

P

pyrrolidin-2-karboxylová

Azacyklopentan-2-karboxylová

6



Proteingenní aminokyseliny



7

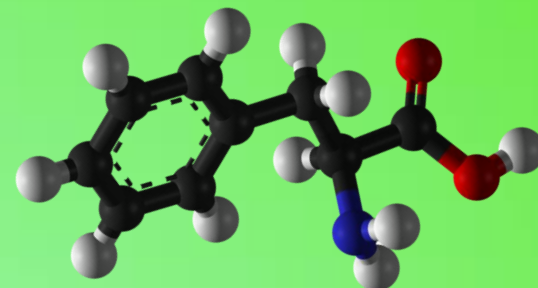
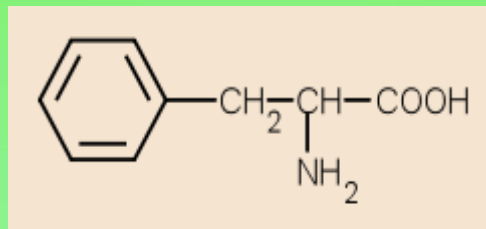
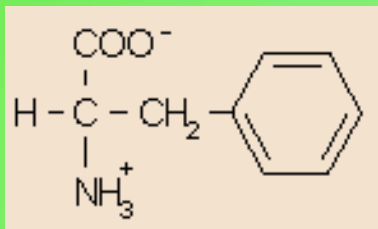
Fenylalanin

Phe

F

2-amino-3-fenylpropanová

α -amino- β -fenylpropionová



8

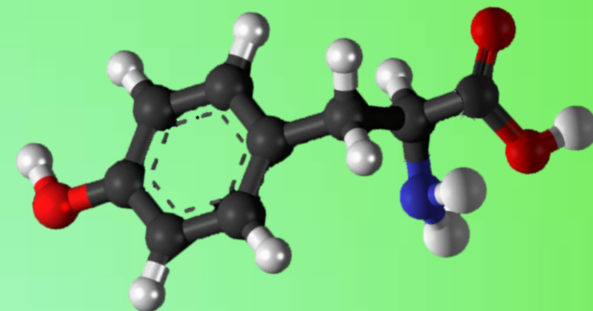
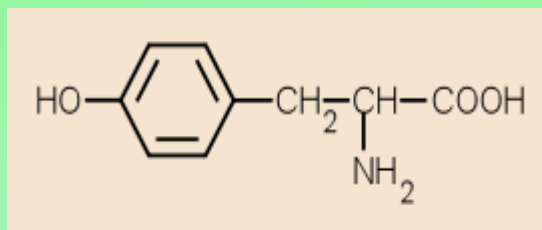
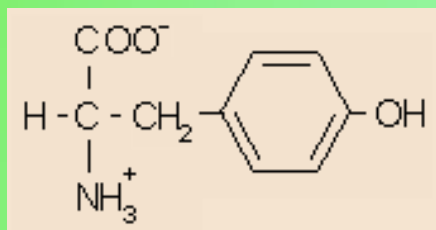
Tyrosin

Tyr

Y

2-amino-3-(4-hydroxy-fenyl)-propanová

α -amino- β -(p-hydroxyfenyl)-propionová



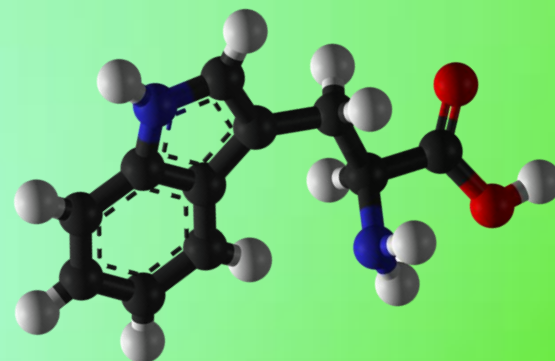
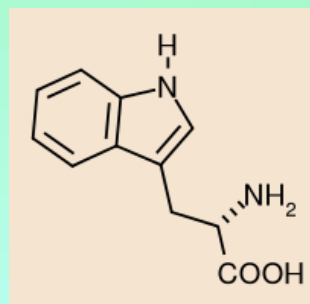
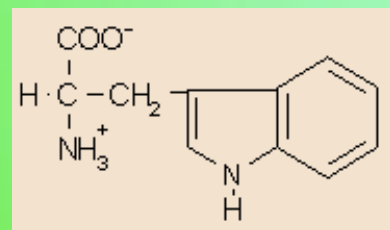
Tryptofan

Trp

W

2-amino-3-(1H-indol-3-yl)-propanová

α -amino- β -indolylpropionová



Proteiogenní aminokyseliny



Histidin

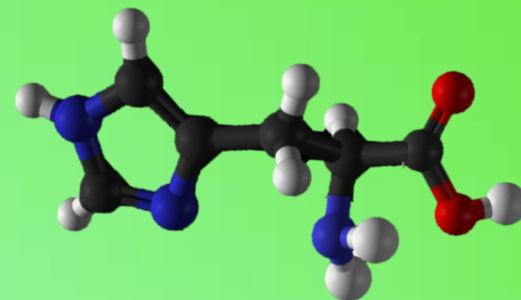
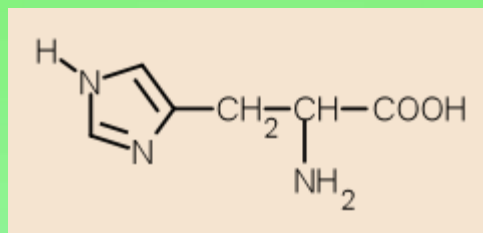
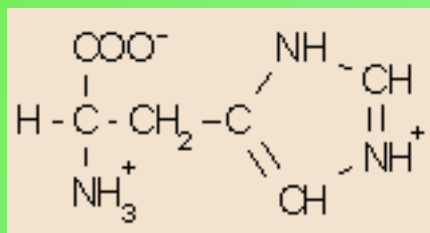
His

H

2-amino-3-(3-*H*-imidazol-4-yl)-propanová

α-amino-β-imidazolypropionová

10



Serin

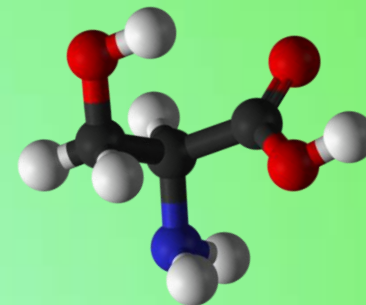
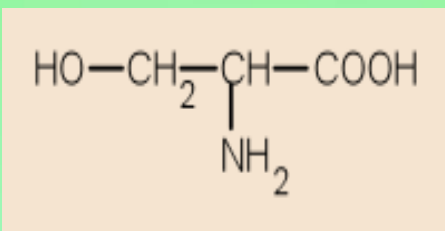
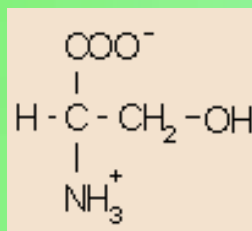
Ser

S

2-amino-3-hydroxypropanová

α-amino-β-fhydroxypropionová

11



Threonin

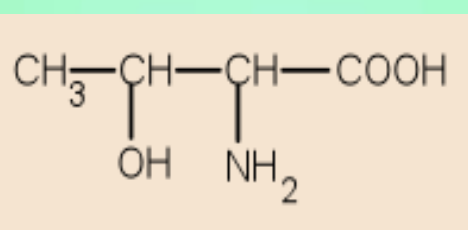
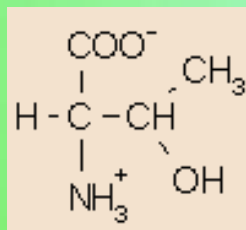
Thr

T

2-amino-3-hydroxybutanová

α-amino-β-fhydroxymáselná

12



Proteogenní aminokyseliny

Cystein

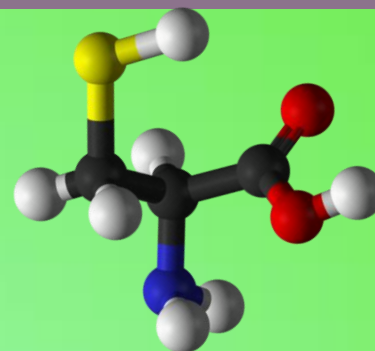
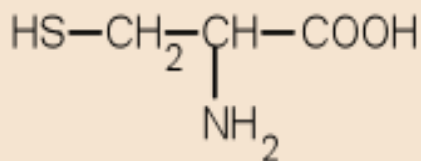
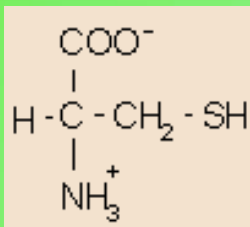
Cys

C

2-amino-3-sulfanylpropanová

α -amino- β -thiopropionová

13



Methionin

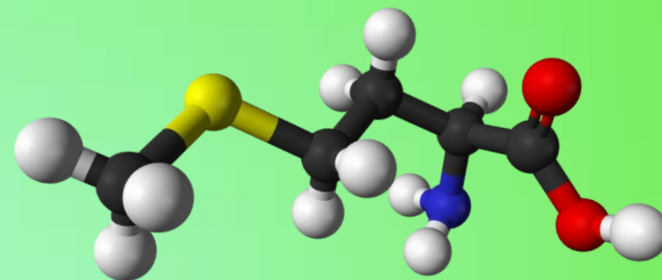
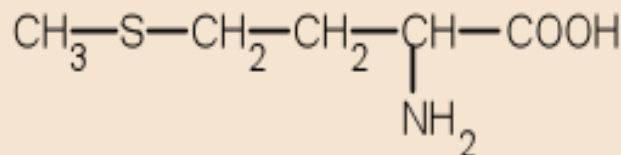
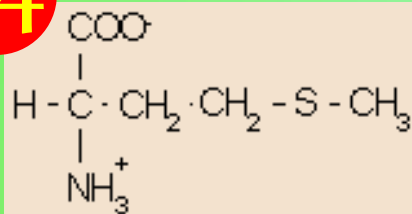
Met

M

2-amino-4-(methylsulfanyl)-
butanová

α -amino- γ -(methylthio)máselná

14



Lysin

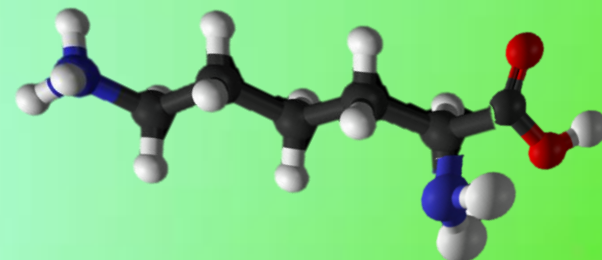
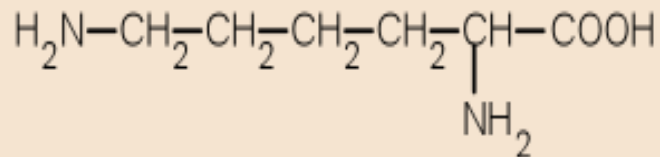
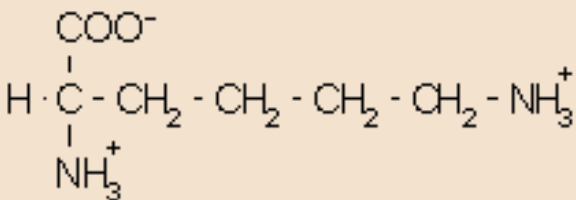
Lys

K

2,6-diaminohexanová

α, ζ -diaminokapronová

15



Proteiogenní aminokyseliny



Arginin

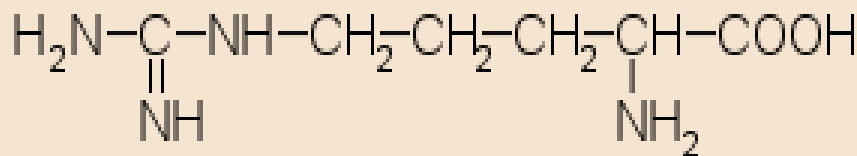
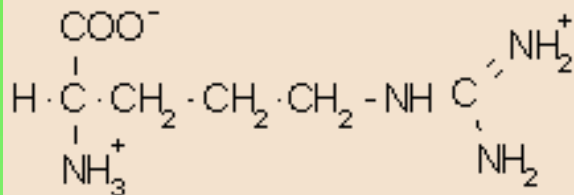
Arg

R

2-amino-5-(ureido)pentanová

α -amino- δ -guanidinovalerová

16



kyselina Asparágová

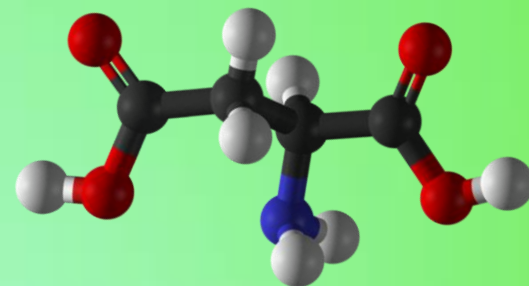
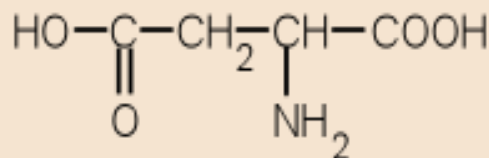
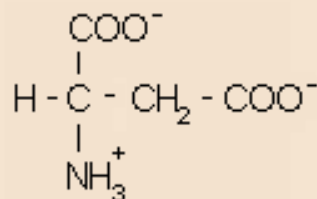
Asp

D

2-aminobutandiová

α -aminojantarová

17



kyselina Glutamová

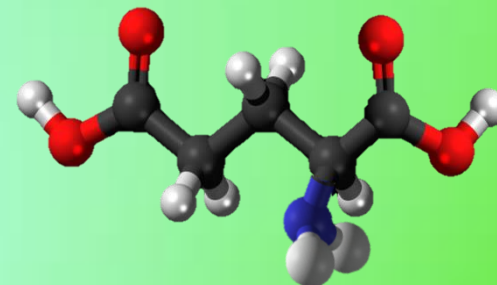
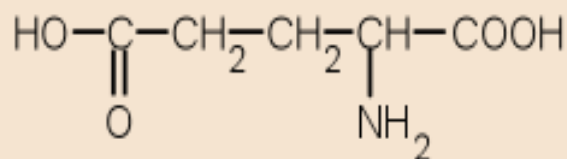
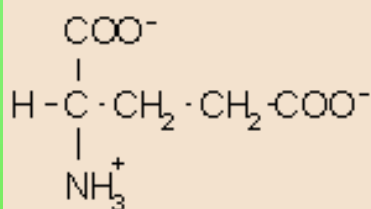
Glu

E

2-aminopentandiová

α -aminoglutarová

18



Proteiogenní aminokyseliny

Asparagin

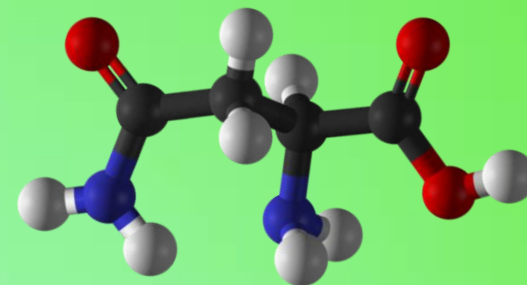
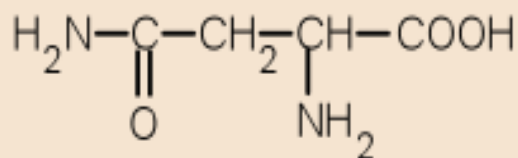
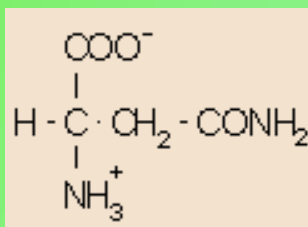
Asn

N

2-amino-3-karbamoylpropanová

amid kyseliny asparagové

19



Glutamin

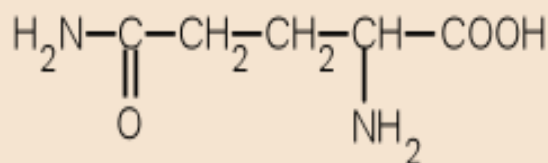
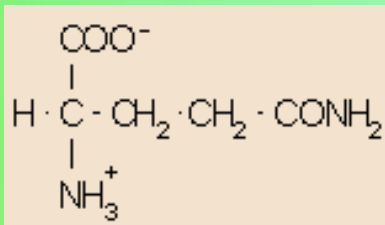
Gln

Q

2-amino-4-karbamoylbutanová

amid kyseliny glutarové

20



Proteogenní aminokyseliny

Selenocystein

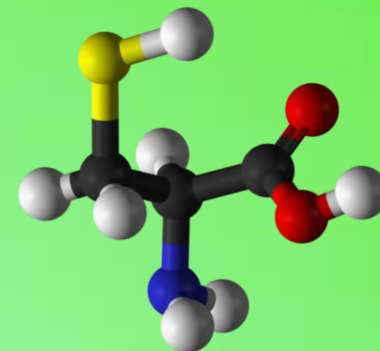
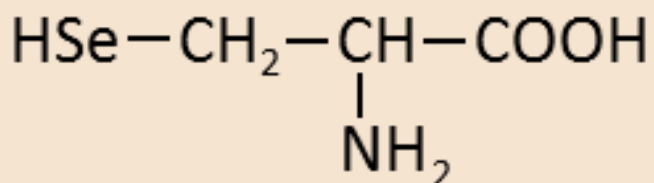
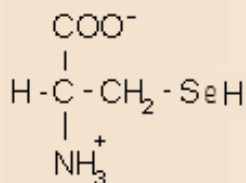
Sec

U

2-amino-3-selanylpropanová

2-amino-3-selanylpropionová

21



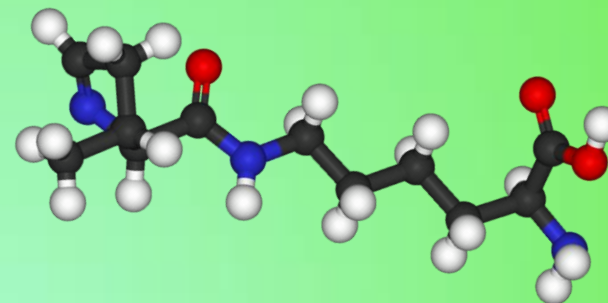
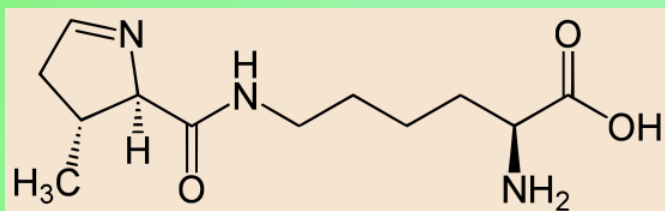
Pyrolysin

Pyl

O

(2*S*)-2-Amino-6-[[[(2*R*,3*R*)-3-methyl-3,4-dihydro-2*H*-pyrrol-2-carbonyl] amino]hexanová

22



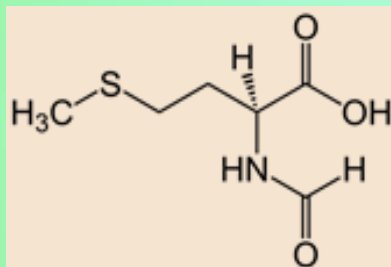
N-formylmethionin

fMet

E

2-formylamino-4-methylsulfanylbutanová

23





Proteogenní aminokyseliny

Glycin

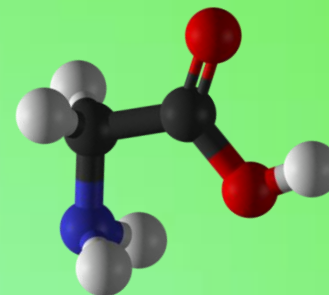
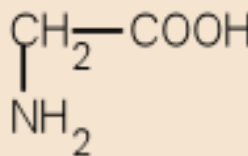
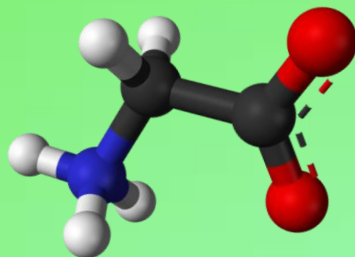
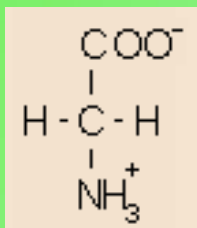
Gly

G

2-aminoetanová

aminooctová

1



❖ Glycin je inhibiční neuropřenašeč v CNS, obzvláště v míše, mozkovém kmeni a v sítnici.

❖ Jako látka zvýrazňující chuť je glycin přidáván do potravin (*E 640*).

❖ součást infuzních roztoků pro parenterální (nitrožilní) výživu

Proteogenní aminokyseliny

Alanin

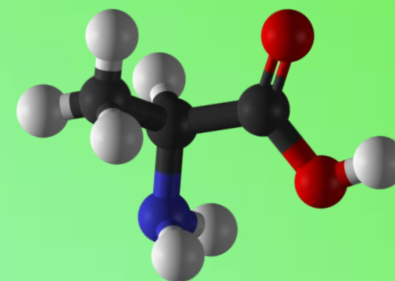
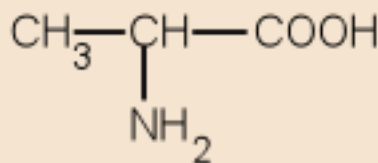
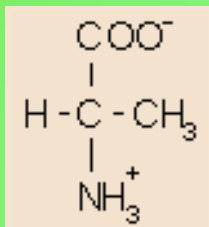
Ala

A

2-aminopropanová

α -aminopropionová

2



❖ doprava amoniaku ze svalů do jater

❖ glukoneogeneze v tzv. alaninovém cyklu, ve kterém je z pyruvátu transaminací ve svalu vytvořen alanin, který je pak dopraven krví do jater, kde je opět transaminován za vzniku pyruvátu

❖ přenesená aminoskupina je pak pomocí močovinového cyklu přeměněna na močovinu

Proteogenní aminokyseliny

Valin

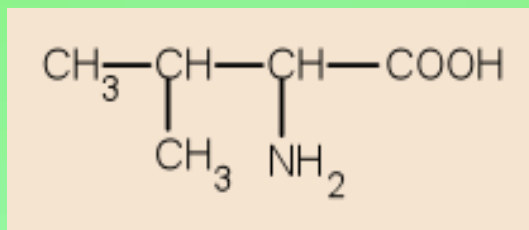
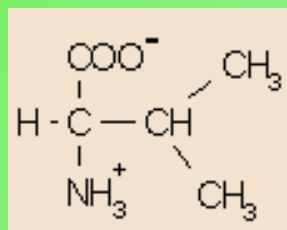
Val

V

2-amino-3-methylbutanová

α -aminoisovalerová

3



❖ zdroje - kozí sýry, rybí maso, čočka, drůbež

❖ součást energetických nápojů

❖ součást infuzních roztoků pro parenterální (nitrožilní) výživu

Proteiogenní aminokyseliny



Leucin

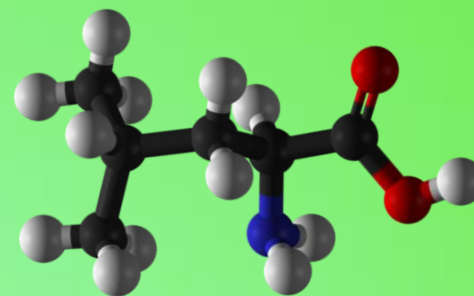
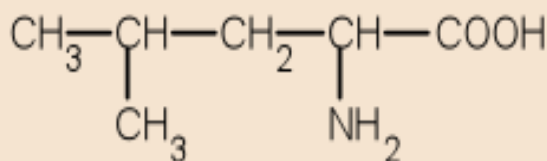
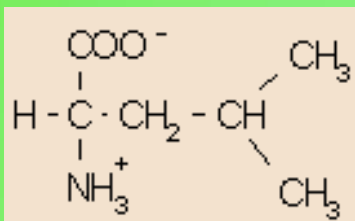
Leu

L

2-amino-4-methylpentanová

α -aminoisokapronová

4



❖ zdroje - hovězí a kuřecí maso, losos, vejce, mléko, ořechy, celozrnná pšeničná mouka, neloupaná rýže, hrách

❖ důležitý pro udržení a budování svalové tkáně

❖ inhibuje odbourávání svalové bílkoviny

❖ podporuje hojivé procesy

❖ Jako látka zvýrazňující chuť je leucin přidáván do potravin (*E 641*).

Proteogenní aminokyseliny

Isoleucin

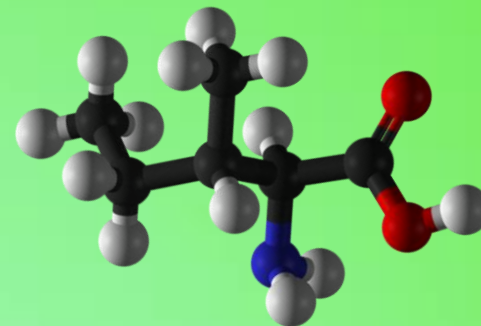
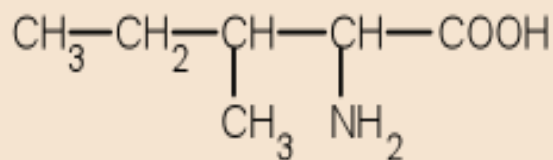
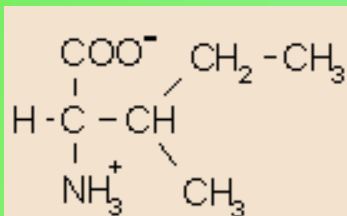
Ile

I

2-amino-3-methylpentanová

α -amino- β -methylvalerová

5



❖ zdroje - všechny ořechy (kromě burských), kešu a jedlé kaštiny, avokádo, olivy, zralé papája plody, kokosový ořech, slunečnicová semena, švýcarský sýr, vejce, sójová bílkovina, mořské řasy, krůtí, kuřecí, jehněčí, ryby, hovězí maso

❖ základní stavební kámen při proteosyntéze

❖ přispívá k výrobě elektrické energie ve svalových buňkách

Proteogenní aminokyseliny

Prolin

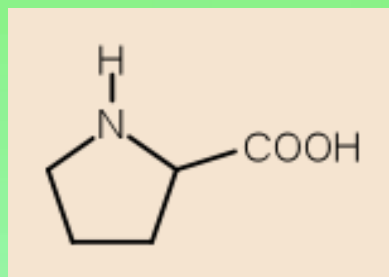
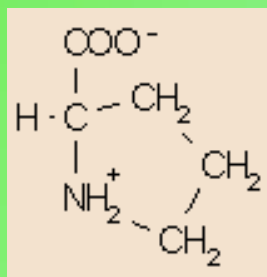
Pro

P

pyrrolidin-2-karboxylová

Azacyklopentan-2-karboxylová

6



- ❖ tvorba kolagenu , proteinů , pojivových tkání a kostí
- ❖ pomáhá rostlinám přežít období extrémního sucha - molekuly se hromadí v buňkách a vyrovnávají osmotický rozdíl mezi okolím buňky a cytosolem (tekutina, která obsahuje organely)
- ❖ V extrémních případech umožňují tyto molekuly buňkám přežít, i když je organismus zcela vyschlý, a převedou ho do stavu kryptobiózy (anabióza).

Proteiogenní aminokyseliny



Fenylalanin

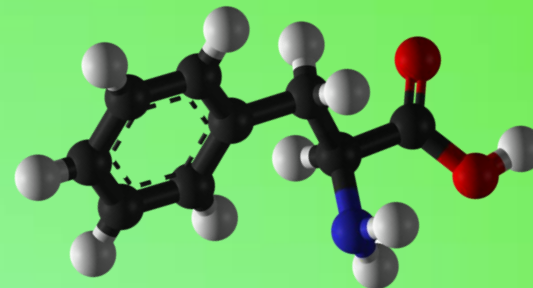
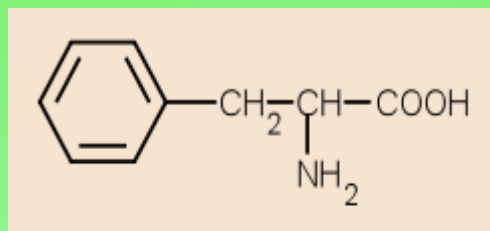
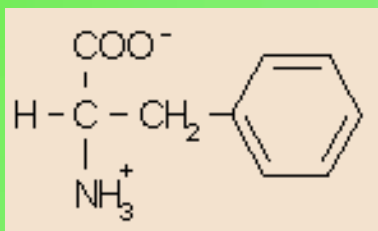
Phe

F

2-amino-3-fenylpropanová

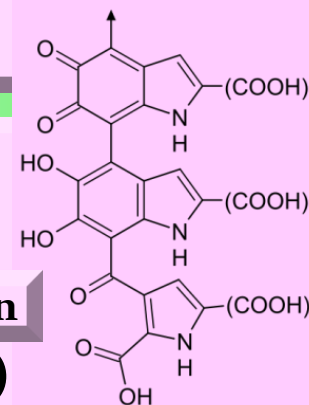
α -amino- β -fenylpropionová

7

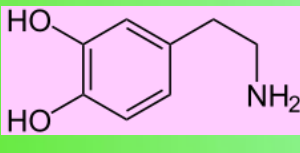


❖ zdroje - kuřecí, krůtí, ryby, mléko, jogurt, tvaroh, sýr, arašídý, mandle, dýňová a sezamová semínka, sója, fazole lima, avokádo a banány

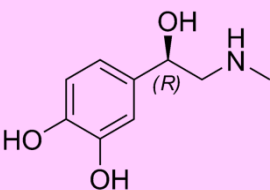
❖ neurotransmitery: v dřeni nadledvin a v mozku - katecholaminy (dopamin, adrenalin, noradrenalin), ve štítné žláze tyroxin a trijodtyronin
prekurzor melaninu (pigment kůže, vlasů, vousů, očí)



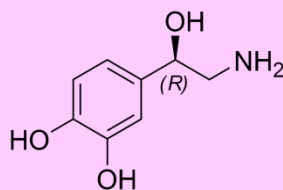
melanin



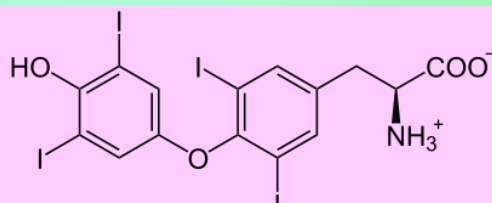
dopamin



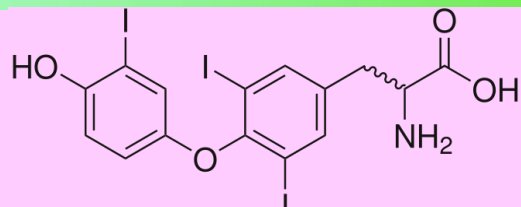
adrenalin



noradrenalin



tyroxin



trijodtyronin

Proteogenní aminokyseliny

Tyrosin

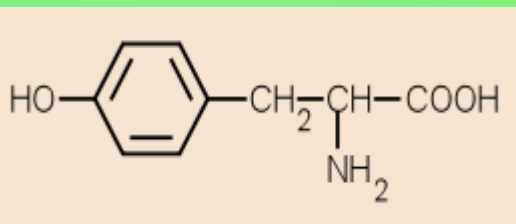
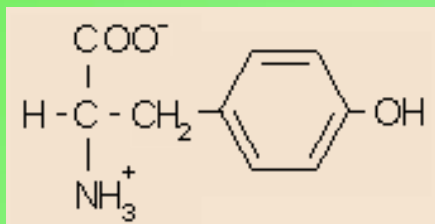
Tyr

Y

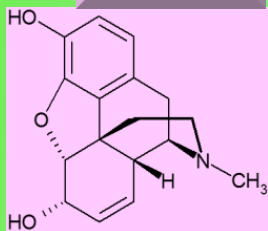
2-amino-3-(4-hydroxy-fenyl)-propanová

α -amino- β -(p-hydroxyfenyl)-propionová

8

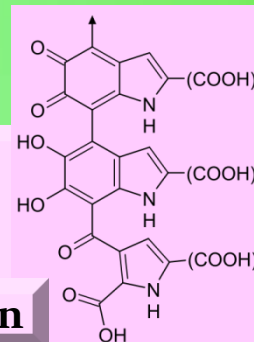


morfin

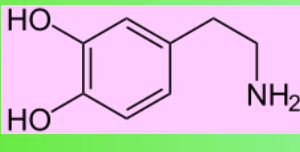


❖ nutriční doplněk stravy pro intenzivní svalový výkon zejména u sportovců

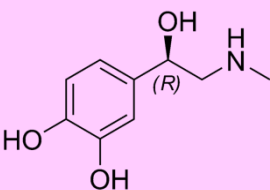
❖ neurotransmitery: v dřeni nadledvin a v mozku - katecholaminy (dopamin, adrenalin, noradrenalin), ve štítné žláze tyroxin a trijodtyronin
prekurzor morfinu a melaninu (pigment kůže, vlasů, vousů, očí)



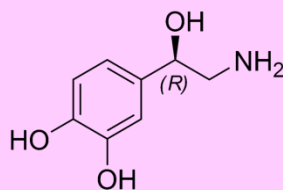
melanin



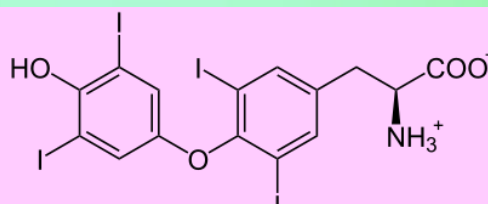
dopamin



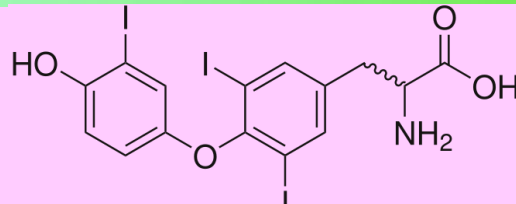
adrenalin



noradrenalin



tyroxin



trijodtyronin

Proteiogenní aminokyseliny

Tryptofan

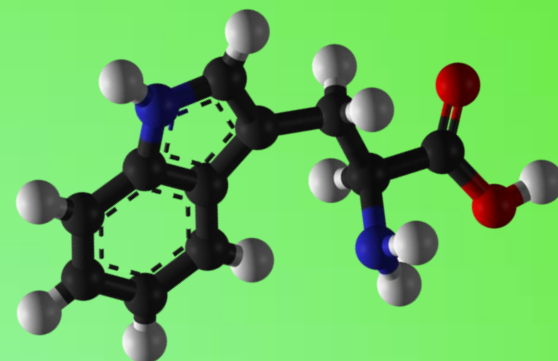
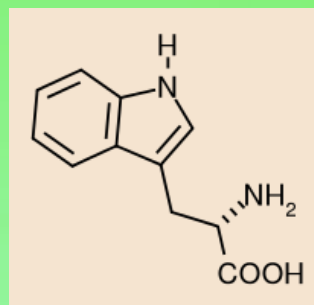
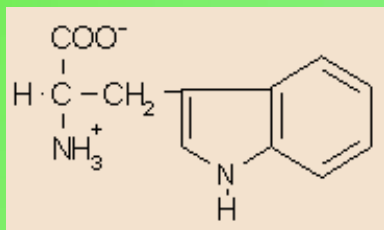
Trp

W

2-amino-3-(1H-indol-3-yl)-
propanová

α -amino- β -indolylpropionová

9



❖ zdroje - čokoláda, oves, sušené datle, mléko, jogurt, tvaroh, červené maso, vejce, ryby, drůbež - krůtí, sezam, cizrna, slunečnicová semínka, dýňová semínka, spirulina (vláknité sinice), banány a arašídy



Obr.7

❖ biologicky významné deriváty

- serotonin (5-hydroxytryptamin) - neurotransmitter
- melatonin (5-methoxy-N-acetyltryptamin) - hormon
- nikotinamid - syntetizován z Trp - součást kofaktorů NAD^+ a NADP^+ - oxidoredukční děje (přenos e^- a H^+)

Proteiogenní aminokyseliny

Histidin

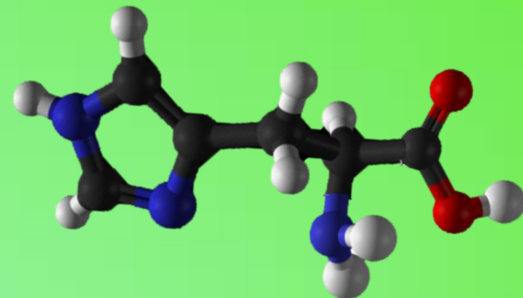
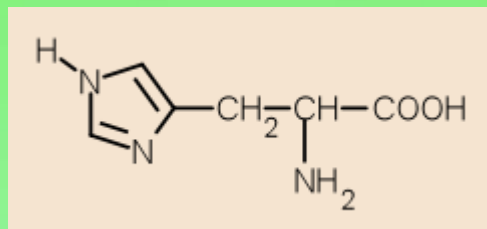
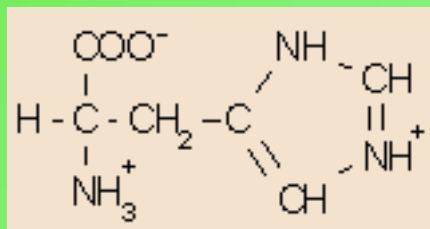
His

H

2-amino-3-(3-*H*-imidazol-4-yl)-
propanová

α -amino- β -imidazolypropionová

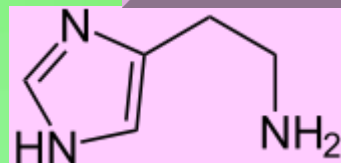
10



❖ u dětí esenciální aminokyselina

❖ v lidském těle funguje histidin jako prekurzor
pro výrobu histaminu a karnosinu

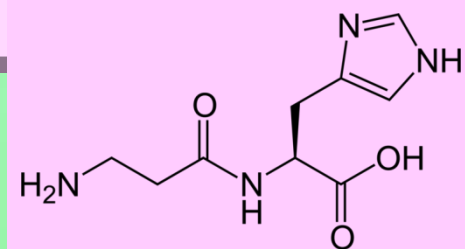
histamin



➤ histamin - působí na hladké svalstvo, způsobuje intenzivní
kontrakce dělohy, rozšiřuje cévy (snižuje krevní tlak)

▪ nadměrné uvolnění při alergické reakci způsobuje
zúžení průdušek (u astmatu), kopřivku aj.

karnosin



➤ karnosin - antioxidant stabilizuje
a chrání buněčné membrány

Proteogenní aminokyseliny

Serin

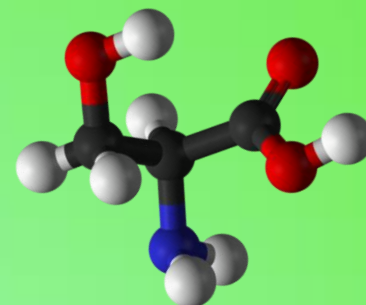
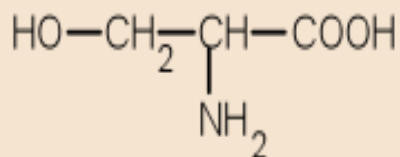
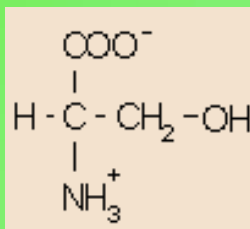
Ser

S

2-amino-3-hydroxypropanová

α -amino- β -hydroxypropionová

11



- ❖ serin je hlavní složkou strukturní bílkoviny fibroinu, která tvoří vlákna hedvábí
- ❖ serin tvoří aktivní místo enzymů serinových proteáz, jako je trypsin či chymotrypsin, a cholinesteráz
- trypsin - štěpí peptidické vazby bílkovin obsažených v potravě
- chymotrypsin - v slinivce je v neaktivní formě jako chymotrypsinogen a následně vylučován do dvanáctníku, kde se spolupodílí na trávení bílkovin

Proteiogenní aminokyseliny

Threonin

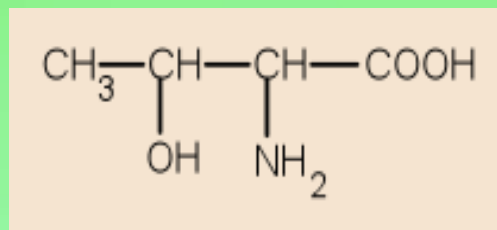
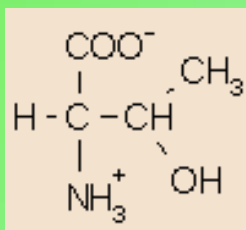
Thr

T

2-amino-3-hydroxybutanová

α -amino- β -hydroxymáselná

12



❖ zdroje - tvaroh, drůbež, ryby, maso, čočka, Černé želví fazole a sezamová semínka

❖ součást infuzních roztoků pro parenterální (nitrožilní) výživu

❖ s výjimkou kukuřice většina obilovin obsahují méně threoninu, než jak to vyžadují zvířata
- přidává se do krmných směsí



Proteiogenní aminokyseliny

Cystein

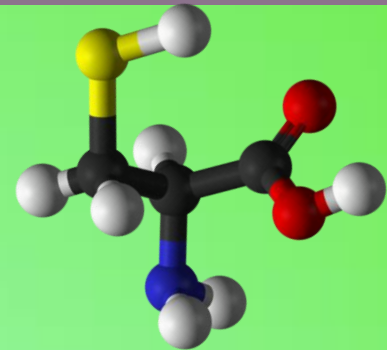
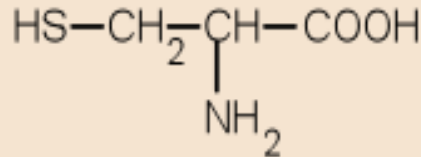
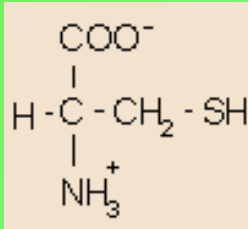
Cys

C

2-amino-3-sulfanylpropanová

α -amino- β -thiopropionová

13



❖ zdroje - vepřové maso, drůbež, vejce, mléčné výrobky, červená paprika, česnek, cibule, brokolice, růžičková kapusta, oves, brokolice, pšeničné klíčky, naklíčená čočka

❖ antioxidant, prekurzor pro glutathion, koenzym A, taurinu

➤ Glutathion (GSH) - tripeptid chrání organismus před oxidačním stresem (odstraňování peroxidu vodíku)

➤ taurin - neurotransmise, stabilizace buněčných membrán, regulace tukové tkáně, regulace hladiny vápníku v krvi

❖ léčba otrav alkoholem

❖ přidáván do potravin (E 920)

Proteiogenní aminokyseliny

Methionin

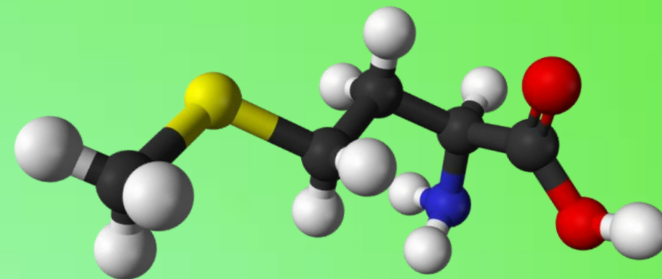
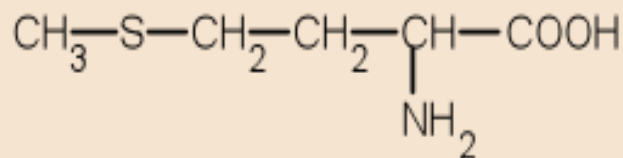
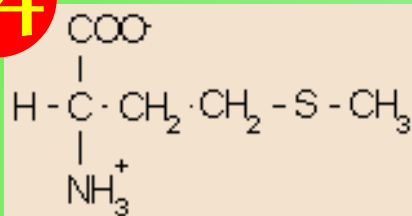
Met

M

2-amino-4-(methylsulfanyl)-
butanová

α -amino- γ -(methylthio)máselná

14



❖ zdroje - vejce, sezamová semínka, para ořechy, ryby, maso, obilniny

❖ optimalizujte účinky antibiotik

❖ inhibice růstu bakterií při infekcích močového měchýře

❖ součást infuzních roztoků pro parenterální výživu

❖ přidává se do krmných směsí - kuřata, psi

Proteiogenní aminokyseliny

Lysin

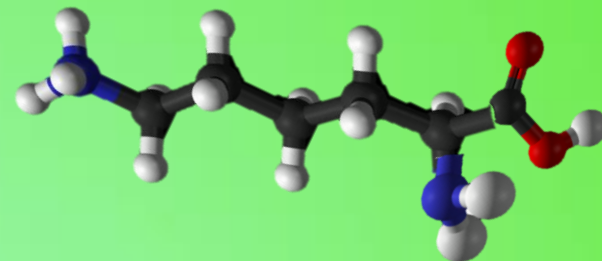
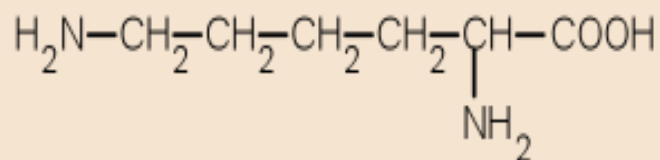
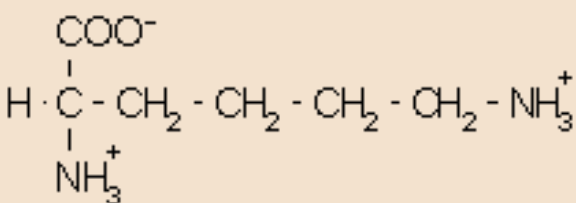
Lys

K

2,6-diaminohexanová

α,ζ -diaminokapronová

15



- ❖ zdroje - parmezán, ryby, vepřové a hovězí maso, sójové boby, pšeničné otruby, čočka, fazole, hrášek, arašídý, treska a sardinky
- ❖ hraje hlavní roli v absorpci vápníku
- ❖ rekonvalescence po operacích a sportovních úrazech
- ❖ produkce hormonů, enzymů a protilátek
- ❖ přidává se do krmných směsí

Proteiogenní aminokyseliny

Arginin

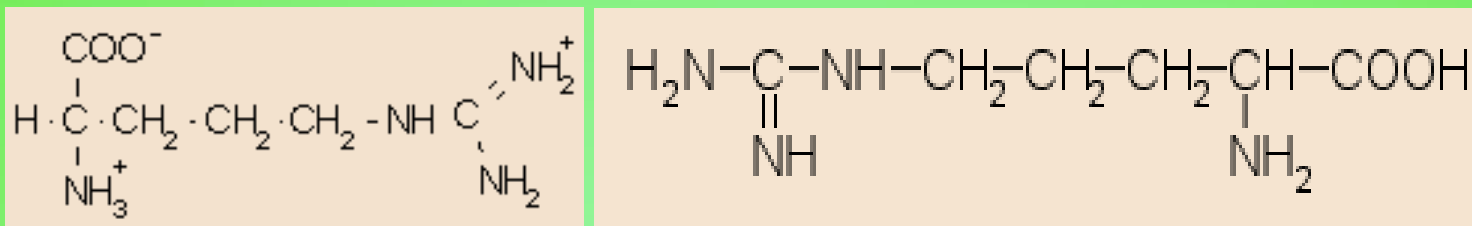
Arg

R

2-amino-5-(ureido)pentanová

α -amino- δ -guanidinovalerová

16



- ❖ zdroje - mléčné výrobky, hovězí maso, vepřové maso, želatina, drůbež, bažanti, křepelky, mořské plody, mouka, pohanka, ovesné vločky, arašídy, ořechy
- ❖ snižuje dobu hojení poranění (zejména kostní)
- ❖ pomáhá snižovat krevní tlak u klinických hypertoniků
- ❖ nezbytný pro syntézu kreatinu
- ❖ Intravenózně podávaný arginin stimuluje sekreci růstového hormonu

Proteogenní aminokyseliny

kyselina Asparágová

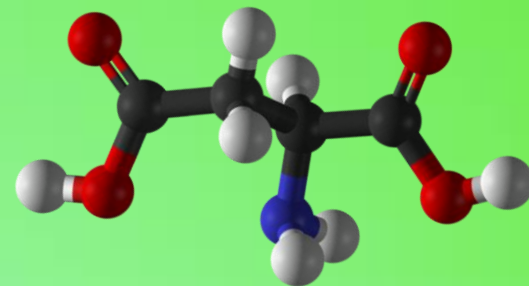
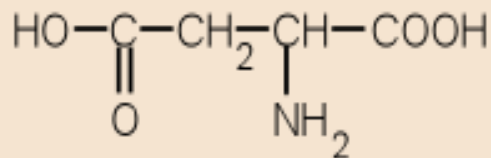
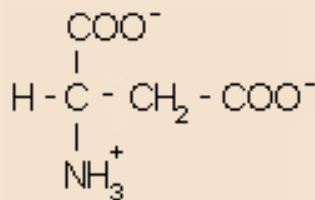
Asp

D

2-aminobutandiová

α -aminojantarová

17

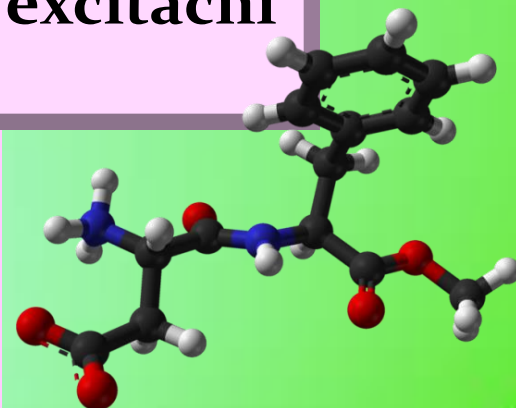
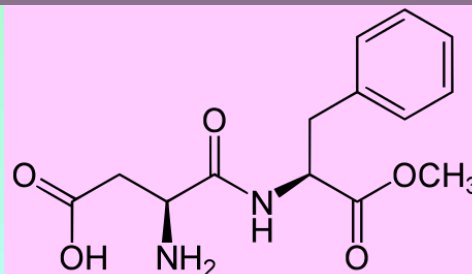


❖ zdroje - maso, klobásy, volně žijící zvěř, naklíčená semena, ovesné vločky, avokádo, chřest, cukrové třtina a melasa

❖ jedním z hlavních substrátů pro syntézu purinových i pyrimidinových bází

❖ Aspartát je, společně s glutamátem, hlavní excitační neurotransmitter mozku a míchy.

❖ výroba umělého sladidla
- Aspartam



Proteogenní aminokyseliny

kyselina Glutamová

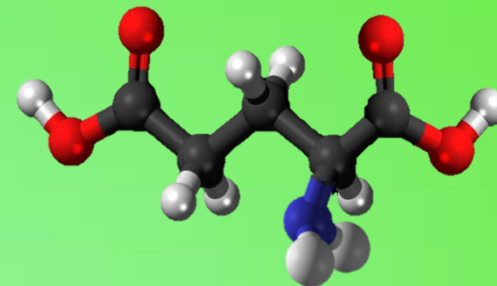
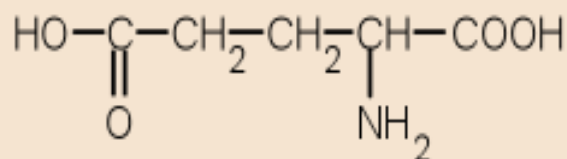
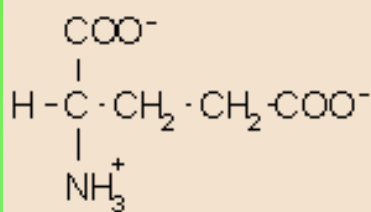
Glu

E

2-aminopentandiová

α -aminogluutarová

18



❖ zdroje - maso, drůbež, ryby, vejce, pšenice
mléčné výrobky, Kombu - jedlá řasa

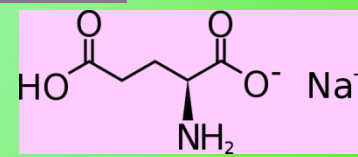
❖ uplatňuje se při přenosu aminových skupin
 NH_2 (transaminace) mezi jinými AMK

❖ Glutamát je nejhojnější excitační neurotransmitter

❖ je zodpovědná za umami, jedna z pěti základních chutí

❖ látka zvýrazňující chuť - sůl glutamát sodný (E 621)

Obr.9



Proteiogenní aminokyseliny

Asparagin

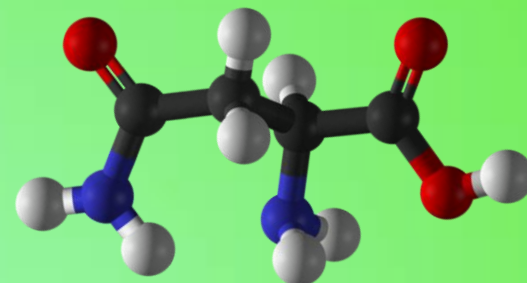
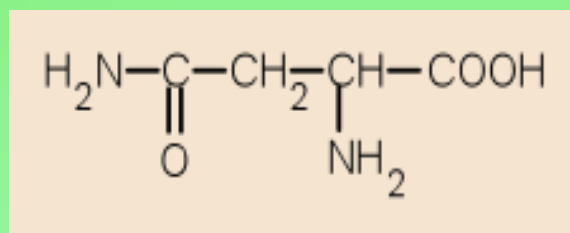
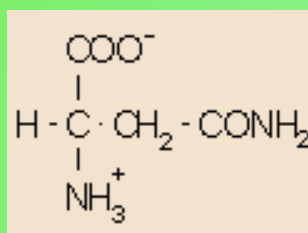
Asn

N

2-amino-3-karbamoylpropanová

amid kyseliny asparagové

19



❖ zdroje - mléčné výrobky, syrovátka, hovězí maso, drůbež, vejce, ryby, mořské plody, chřest, brambory, luštěniny, ořechy, semena, sója, celozrnné obiloviny

❖ důležitá role v činnosti nervového systému

❖ důležitá role při syntéze amoniaku

❖ součást infuzních roztoků pro parenterální výživu

Proteiogenní aminokyseliny

Glutamin

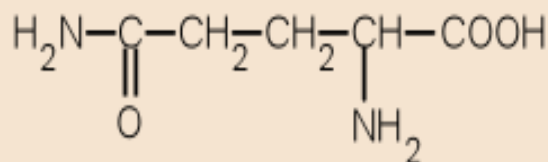
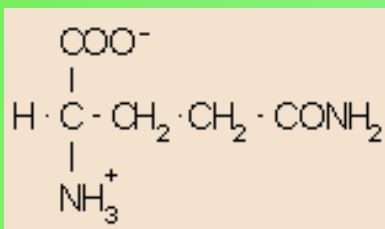
Gln

Q

2-amino-4-karbamoylbutanová

amid kyseliny glutarové

20



- ❖ zdroje-hovězí, kuřecí, ryby, vejce, mléko a výrobky, pšenice, zelí, řepa, fazole, špenát, čočka, sója, arašídy a petržel
- ❖ regulace acidobazické rovnováhy v ledvinách produkcí NH_3
- ❖ netoxický transportér amoniaku v krevním oběhu
- ❖ zdroj buněčné energie, vedle glukózy
- ❖ dárce N pro anabolické pochody, včetně syntézy purinů
- ❖ rekonvalescence po operacích

Proteiogenní aminokyseliny

Selenocystein

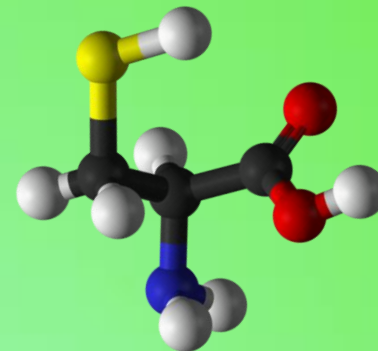
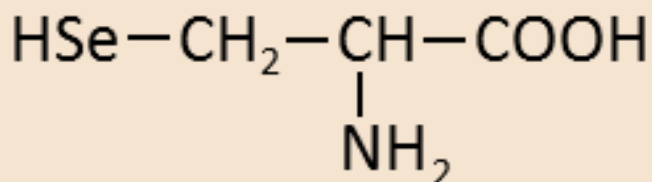
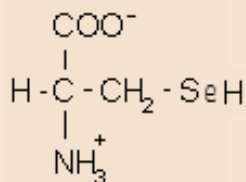
Sec

U

2-amino-3-selanylpropanová

2-amino-3-selanylpropionová

21



❖ existuje více než 30 buněčných jader a více než 15 bakterií obsahující proteiny se selenocysteinem

❖ hlavní zdroj organického selenu

❖ přítomen v mnoha enzymech – glutathion peroxidáza, jodid peroxidáza, thioredoxin reduktázy, formitát dehydrogenázy, glycin reduktázy, selenofosfat syntetázy 1, methionin-R-sulfoxid reduktáza B1 (SEPX₁), některé hydrogenázy

Proteogenní aminokyseliny

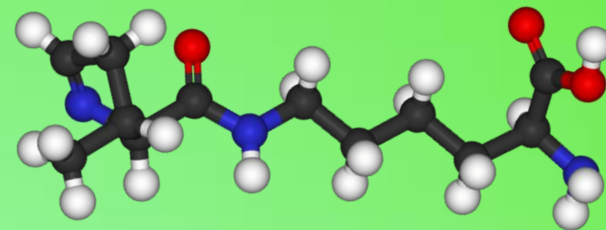
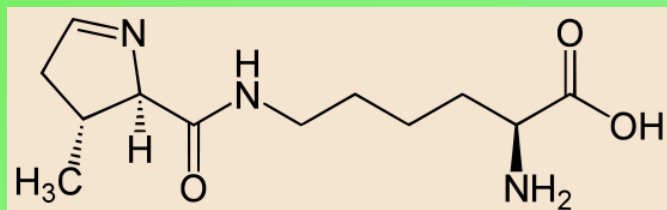
Pyrolysin

Pyl

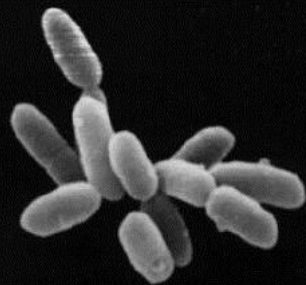
O

(2*S*)-2-Amino-6-[[[(2*R*,3*R*)-3-methyl- 3,4-dihydro-2*H*-pyrrol-2-carbonyl] amino]hexanová

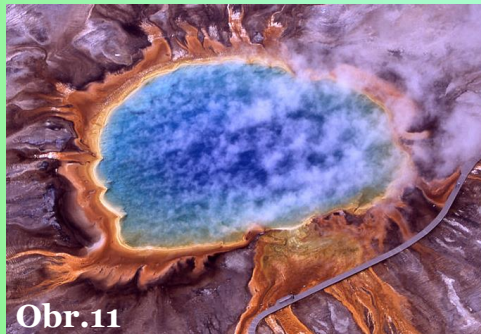
22



- ❖ začleňování pyrolysinu jako proteinogenní aminokyseliny bylo objeveno u některých archebakterií
- ❖ na Zemi se archea objevila již před 3,5 miliardami let
- ❖ dnes především extrémofilní organismy - vyhledávají extrémní stanoviště s vysokou teplotou, extrémním pH či vysokým obsahem solí



Obr.10



Obr.11

horké vřídlov
Yellowstonském
národním parku

kyselé důlní drenáže v
Rio Tinto, Španělsko.



Obr.12

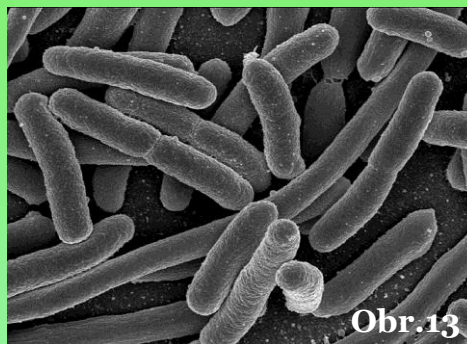
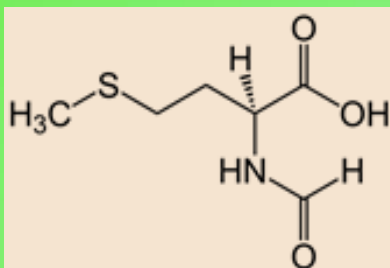
Proteingenní aminokyseliny

N-formylmethionin

fMet

E

2-formylamino-4-methylsulfanylbutanová



- ❖ proteingenní aminokyselina - stavba proteinů pouze u eubakterií - jednobuněčných prokaryotických organismů
- ❖ nikoliv však u eukaryotických ani archebakterií, kde je místo toho využíván methionin
- ❖ Imunitní systém živočichů využívá skutečnosti, že je formylmethionin přítomen pouze u bakterií.
- ❖ Polymorfonukleární (kategorie bílých krvinek) buňky jsou schopné vázat proteiny začínající N-formylmethioninem a nastartovat tím fagocytózu (pohlčení) cizorodé částice.

Proteogenní aminokyseliny



Glycin

Gly

G

2-aminoetanová

aminooctová

Alanin

Ala

A

2-aminopropanová

α -aminopropionová

Valin

Val

V

2-amino-3-methylbutanová

α -aminoisovalerová

Leucin

Leu

L

2-amino-4-methylpentanová

α -aminoisokapronová

Isoleucin

Ile

I

2-amino-3-methylpentanová

α -amino- β -methylvalerová

Prolin

Pro

P

pyrrolidin-2-karboxylová

Azacyklopentan-2-karboxylová

Fenilalanin

Phe

F

2-amino-3-fenylpropanová

α -amino- β -fenylpropionová

Tyrosin

Tyr

Y

2-amino-3-(4-hydroxy-fenyl)-
propanová

α -amino- β -(p-hydroxyfenyl)-
propionová

Tryptofan

Trp

W

2-amino-3-(1H-indol-3-yl)-
propanová

α -amino- β -indolylpropionová

Histidin

His

H

2-amino-3-(3-H-imidazol-4-yl)-
propanová

α -amino- β -imidazolylpropionová

Proteogenní aminokyseliny

Serin

Ser

S

2-amino-3-hydroxypropanová

α -amino- β -hydroxypropionová

Threonin

Thr

T

2-amino-3-hydroxybutanová

α -amino- β -hydroxymáselná

Cystein

Cys

C

2-amino-3-sulfanylpropanová

α -amino- β -thiopropionová

Methionin

Met

M

2-amino-4-(methylsulfanyl)-
butanová

α -amino- γ -(methylthio)máselná

Lysin

Lys

K

2,6-diaminohexanová

α,ζ -diaminokapronová

Arginin

Arg

R

2-amino-5-(ureido)pentanová

α -amino- δ -guanidinovalerová

Asparágová

Asp

D

2-aminobutandiová

α -aminojantarová

Glutamová

Glu

E

2-aminopentandiová

α -aminoglutarová

Asparagin

Asn

N

2-amino-3-karbamoylpropanová

amid kyseliny asparagové

Glutamin

Gln

Q

2-amino-4-karbamoylbutanová

amid kyseliny glutarové

Citace

- Obr.1** WRIGHT, Joseph. *Soubor: JosephWright-Alchemist.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:JosephWright-Alchemist.jpg>
- Obr.2** AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: D + L-Alanine.gif* - *Wikipedia Commons* [online]. [cit. 19.5.2013].
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:D%2BL-Alanine.gif>
- Obr.3** JÜ. *Soubor: Disulfidové Mosty (schematicky) V.1.svg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 10.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Disulfide_Bridges_%28SCHEMATIC%29_V.1.svg
- Obr.4** HYDE; ZAPYON. *Soubor: Proinsuline schéma topologie diagram.svg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 10.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proinsuline_schematic_topological_diagram.svg
- Obr.5** LHCHEM. *Soubor: Ninhydrin Sample.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 11.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ninhydrin_sample.jpg
- Obr.6** HOROPORO. *Soubor: Ninhydrin barvení thumbprint.png* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 11.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ninhydrin_staining_thumbprint.png
- Obr.7** PERDITA. *soubor: Spirulina tablets.jpg* - *Wikimedia commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spirulina_tablets.jpg
- Obr.8** ACHARYA, Sanjay. *Soubor: Černá želva Bean.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Turtle_Bean.jpg
- Obr.9** WIEGAND, Alice. *Soubor: Kombu.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kombu.jpg>
- Obr.10** NASA. *Soubor: Halobacteria.jpg* - *Wikimwdia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halobacteria.jpg>
- Obr.11** PEACO, Jim. *Soubor: Grand prismatic spring.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grand_prismatic_spring.jpg
- Obr.12** STOKER, NASA, Carol. *Soubor: Rio tinto river CarolStoker NASA Ames Research Center.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013].
Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rio_tinto_river_CarolStoker_NASA_Ames_Research_Center.jpg

Citace

Obr.13 ROCKY MOUNTAIN LABORATORIES. *Soubor: EscherichiaColi NIAID.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EscherichiaColi_NIAID.jpg

Obr.14 RAFFMARRA. *Soubor: FAGOCITOSI BY RAFF .gif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 16.5.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FAGOCITOSI_BY_RAFF_.gif

Literatura

Honza, J.; Mareček, A. Chemie pro čtyřletá gymnázia (3.díl). Brno: DaTaPrint, 2000;ISBN 80-7182-057-1

Pacák, J. Chemie pro 2. ročník gymnázií. Praha: SPN, 1985

Kotlík B., Růžičková K. Chemie I. v kostce pro střední školy, Fragment 2002, ISBN: 80-7200-337-2

Vacík J. a kolektiv Přehled středoškolské chemie, SPN 1995, ISBN: 80-85937-08-5