

M U N I
S C I

C5730 Biochemie - seminář

Mgr. Lukáš Faltinek

podzim 2024

M U N I
S C I

Organizační úvod

Podmínky získání zápočtu

✓ Účast ve výuce

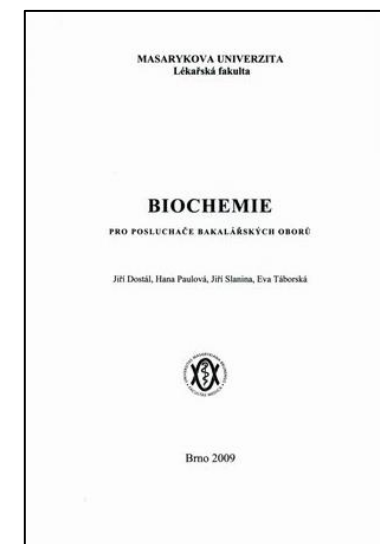
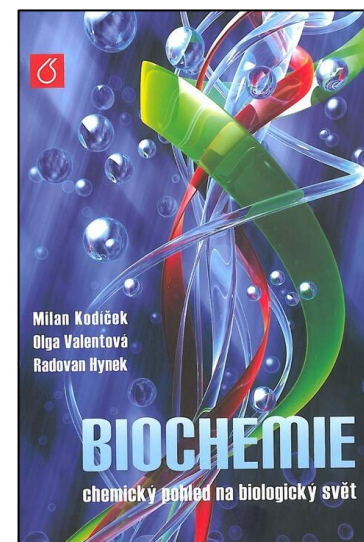
- Povoleny maximálně 2 omluvené absence.

✓ Aktivita v hodině



Doporučená literatura

- KODÍČEK, Milan, Olga VALENTOVÁ a Radovan HYNEK. Biochemie : chemický pohled na biologický svět. 3. přepracované vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2022.
- DOSTÁL, Jiří, Hana PAULOVÁ, Jiří SLANINA a Eva TÁBORSKÁ. Biochemie pro posluchače bakalářských oborů. 2. dotisk 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2017.
- ŠÍPAL, Zdeněk. Biochemie. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1992.



Program semináře

- Úvod. Složení živé hmoty, hierarchie struktur. Biogenní prvky.
- Aminokyseliny a jejich vlastnosti. Peptidy, vznik, názvosloví.
- Bílkoviny: struktura, vlastnosti a funkce. Fibrilární a transportní bílkoviny. Imunoglobuliny.
- Sacharidy: obecné vlastnosti a rozdělení monosacharidů. Glykosidy, oligo- a polysacharidy.
- Lipidy: složení, vlastnosti, rozdělení a funkce.
- Nukleové kyseliny: složení a struktura DNA a RNA, vlastnosti. Transkripce, translace.
- Enzymy: jejich struktura vlastnosti. Enzymová kinetika. Koenzymy.
- Metabolismus: obecné rysy přeměny látek v živých systémech. Katabolismus a anabolismus.
- Metabolismus sacharidů: glykolýza a glukoneogeneze.
- Krebsův cyklus. Katabolismus bílkovin. Ketonické látky.
- Metabolismus lipidů: degradace a biosyntéza mastných kyselin.
- Dýchací řetězec. Oxidační fosforylace. Fotosyntéza, pigmenty, přenos elektronů a vznik ATP. Fixace CO₂.
- Membránový transport. Buněčná signalizace. Regulace metabolismu.

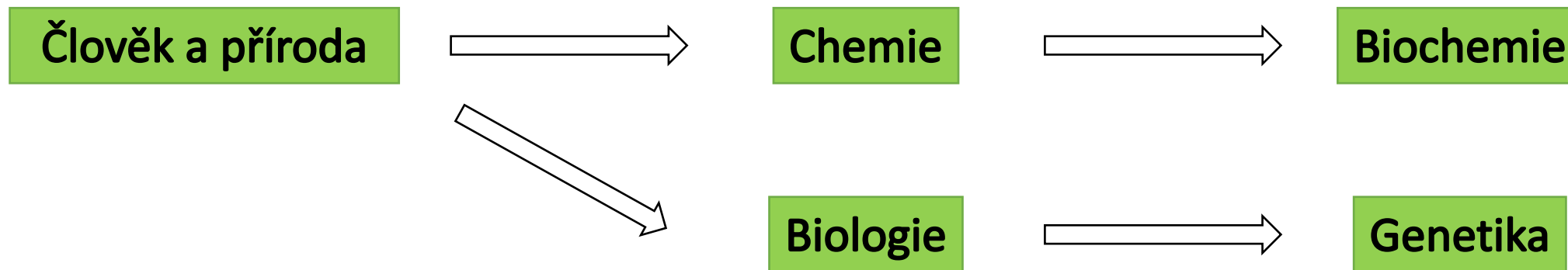
Program semináře

- Úvod. Složení živé hmoty, hierarchie struktur. Biogenní prvky.
- Aminokyseliny a jejich vlastnosti. Peptidy, vznik, názvosloví.
- **Bílkoviny**: struktura, vlastnosti a funkce. Fibrilární a transportní bílkoviny. Immunoglobuliny.
- **Sacharidy**: obecné vlastnosti a rozdělení monosacharidů. Glykosidy, oligo- a polysacharidy.
- **Lipidy**: složení, vlastnosti, rozdělení a funkce.
- **Nukleové kyseliny**: složení a struktura DNA a RNA, vlastnosti. Transkripce, translace.
- Enzymy: jejich struktura vlastnosti. Enzymová kinetika. Koenzymy.
- **Metabolismus**: obecné rysy přeměny látek v živých systémech. Katabolismus a anabolismus.
- Metabolismus sacharidů: glykolýza a glukoneogeneze.
- Krebsův cyklus. Katabolismus bílkovin. Ketonické látky.
- Metabolismus lipidů: degradace a biosyntéza mastných kyselin.
- Dýchací řetězec. Oxidační fosforylace. Fotosyntéza, pigmenty, přenos elektronů a vznik ATP. Fixace CO₂.
- Membránový transport. Buněčná signalizace. Regulace metabolismu.

M U N I
S C I

Složení živé hmoty

Kam patří BCH v rámci SŠ?



BIOCHEMIE

Očekávané výstupy

žák

- ▶ objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech
- ▶ charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam

Učivo

- lipidy
- sacharidy
- proteiny
- nukleové kyseliny
- enzymy, vitamíny a hormony

GENETIKA

Očekávané výstupy

žák

- ▶ využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů
- ▶ analyzuje možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě

Učivo

- molekulární a buněčné základy dědičnosti
- dědičnost a proměnlivost
- genetika člověka
- genetika populací

Kde organismy berou energii?

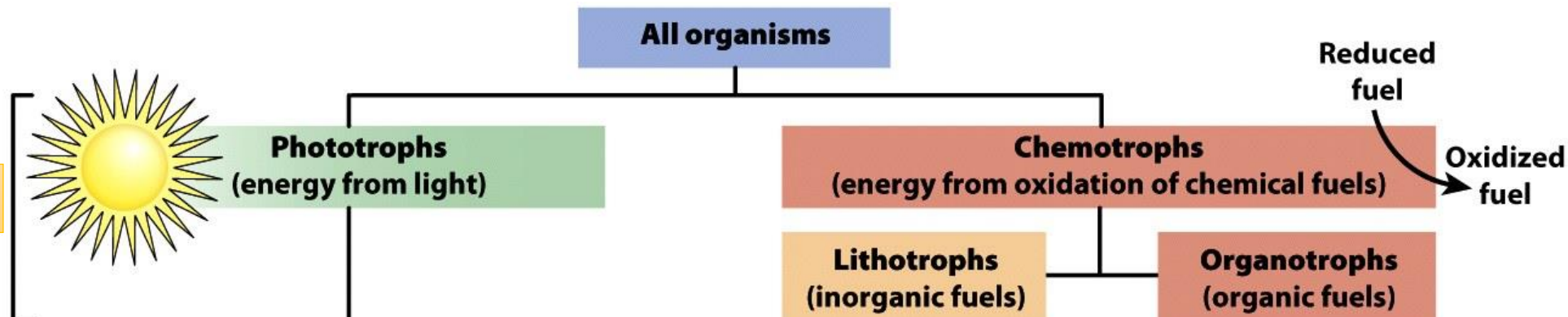


Figure 1-5

Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition

© 2008 W. H. Freeman and Company

Kde organismy berou energii?

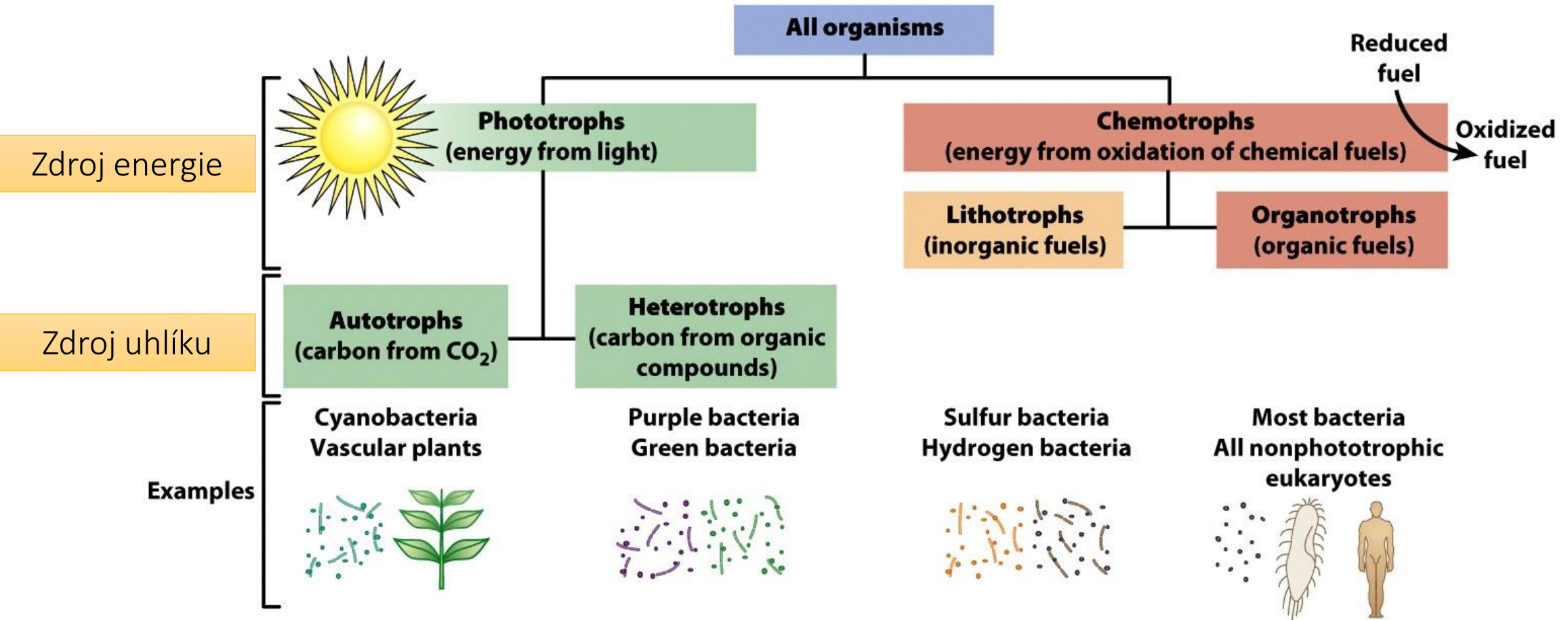


Figure 1-5

Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition

© 2008 W. H. Freeman and Company

Složení živé hmoty

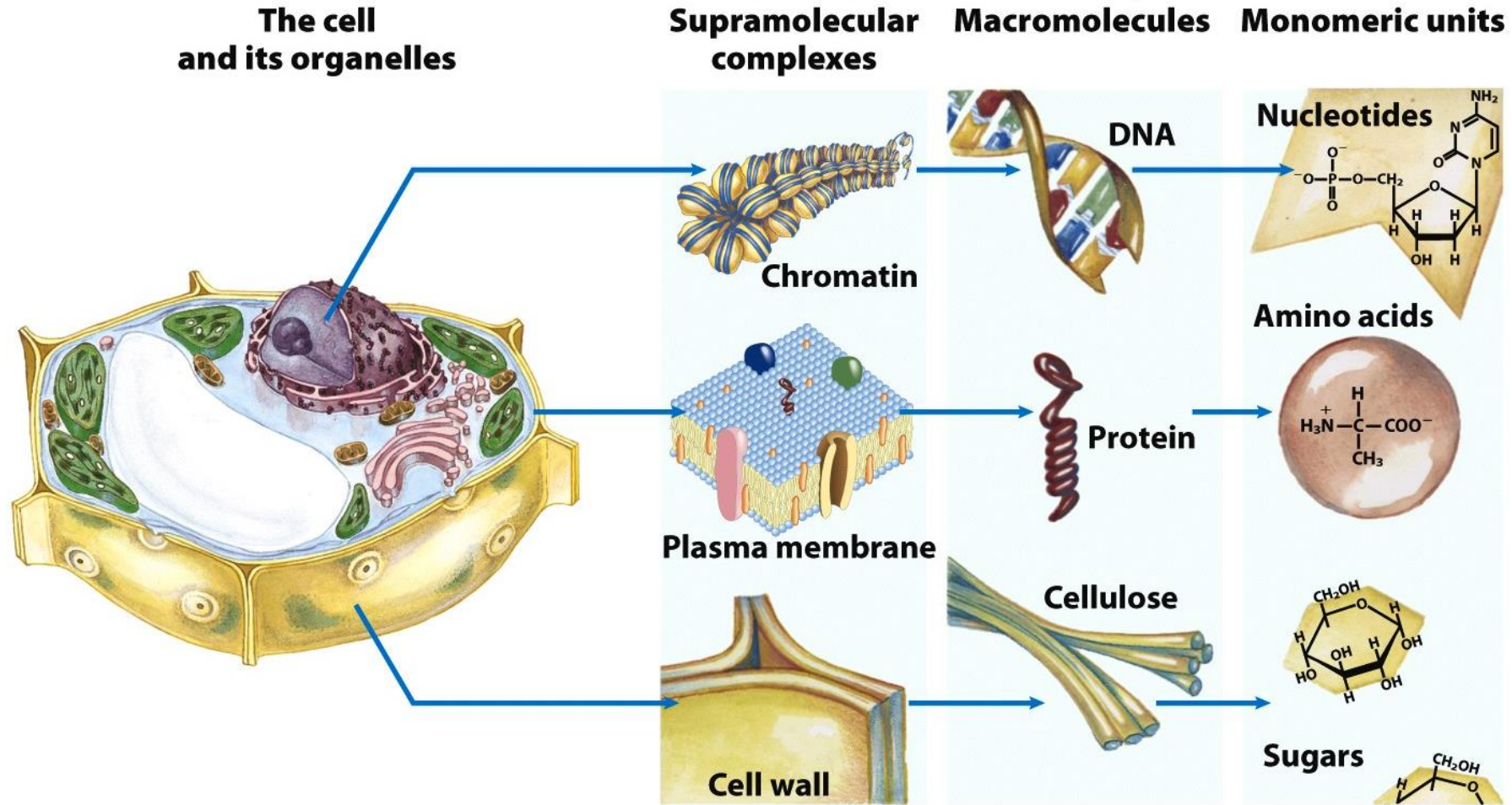


Figure 1-11
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

Složení živé hmoty

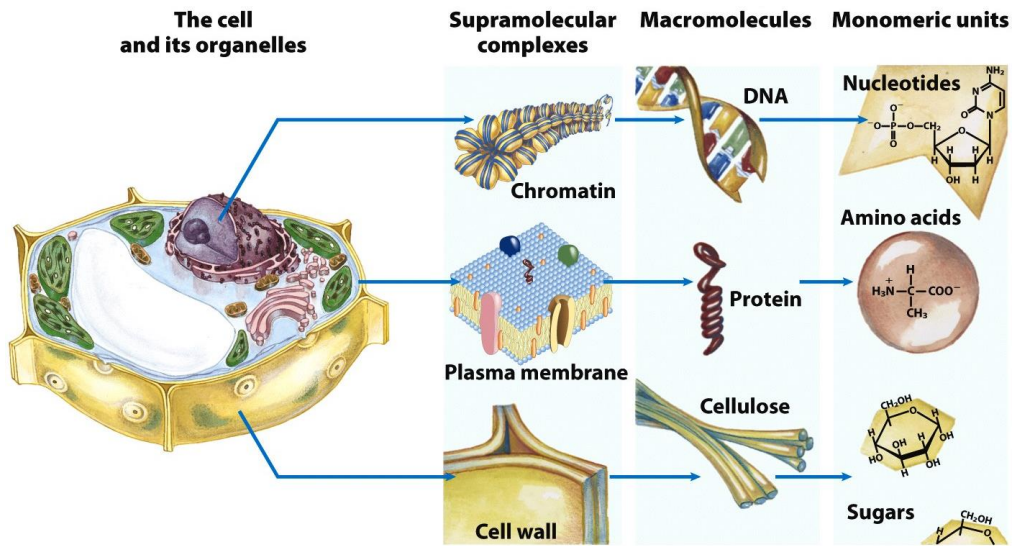
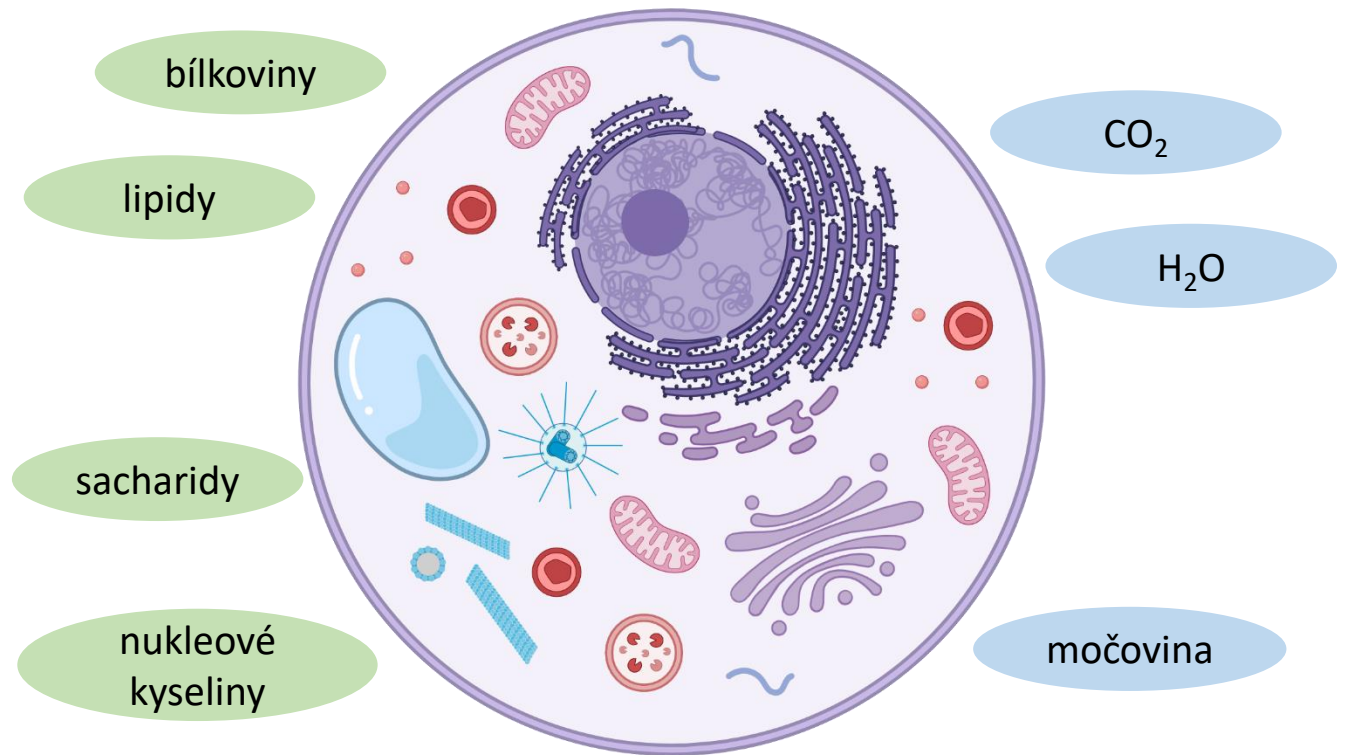


Figure 1-11
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

organické sloučeniny

anorganické sloučeniny



Složení živé hmoty na úrovni prvků

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		Lanthanides Actinides														

Figure 1-12

Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition

© 2008 W. H. Freeman and Company

- hlavní prvky (je vyžadován příjem v řádu gramů denně)
- stopové prvky (nutný příjem v řádu miligramů denně)

Složení živé hmoty na úrovni prvků

➤ **Makroelementy:** 11 prvků, které tvoří až 99,9% hmotnosti živých organismů

- C, O, H, N (95 %)
- S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl (4,9 %)

➤ **Mikroelementy neboli prvky stopové**

- Fe, Co, Cu, Mn, V, Zn, I, ...

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		Lanthanides Actinides														

Figure 1-12
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

- hlavní prvky (je vyžadován příjem v řádu gramů denně)
- stopové prvky (nutný příjem v řádu miligramů denně)

Složení živé hmoty na úrovni prvků

➤ **Makroelementy:** 11 prvků, které tvoří až 99,9% hmotnosti živých organismů

- C, O, H, N (95 %)
- S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl (4,9 %)

➤ **Mikroelementy neboli prvky stopové**

- Fe, Co, Cu, Mn, V, Zn, I, ...

Prvek	Obsah v živé buňce (%)	Obsah v neživé přírodě (%)
Uhlík	19,37	0,18
Kyslík	62,80	50,02
Vodík	9,31	0,95
Dusík	5,14	0,63
Fosfor	0,63	0,11
Sodík	0,26	2,36
Draslík	0,22	2,28

TABLE 1-1	Molecular Components of an <i>E. coli</i> Cell	
	Percentage of total weight of +1cell	Approximate number of different
Water	70	1
Proteins	15	3,000
Nucleic acids		
DNA	1	1
RNA	6	>3,000
Polysaccharides	3	5
Lipids	2	20
Monomeric subunits and intermediates	2	500
Inorganic ions	1	20

Table 1-1
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Nejběžnější organické složky buněčného materiálu

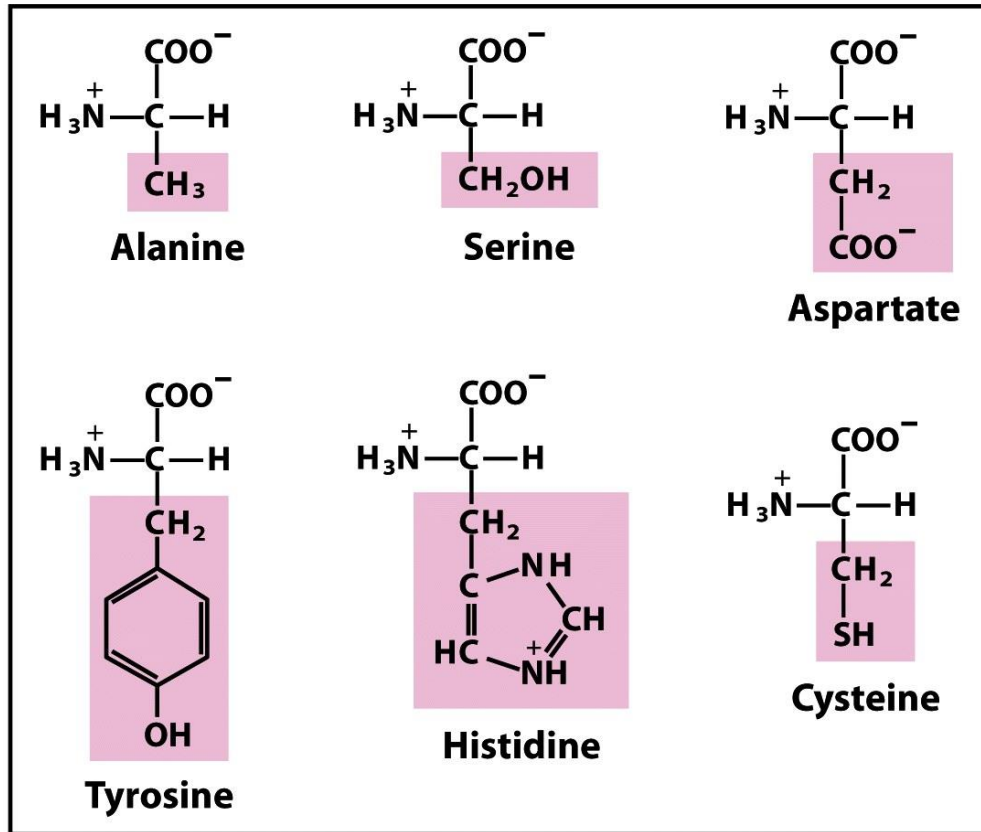


Figure 1-10a
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

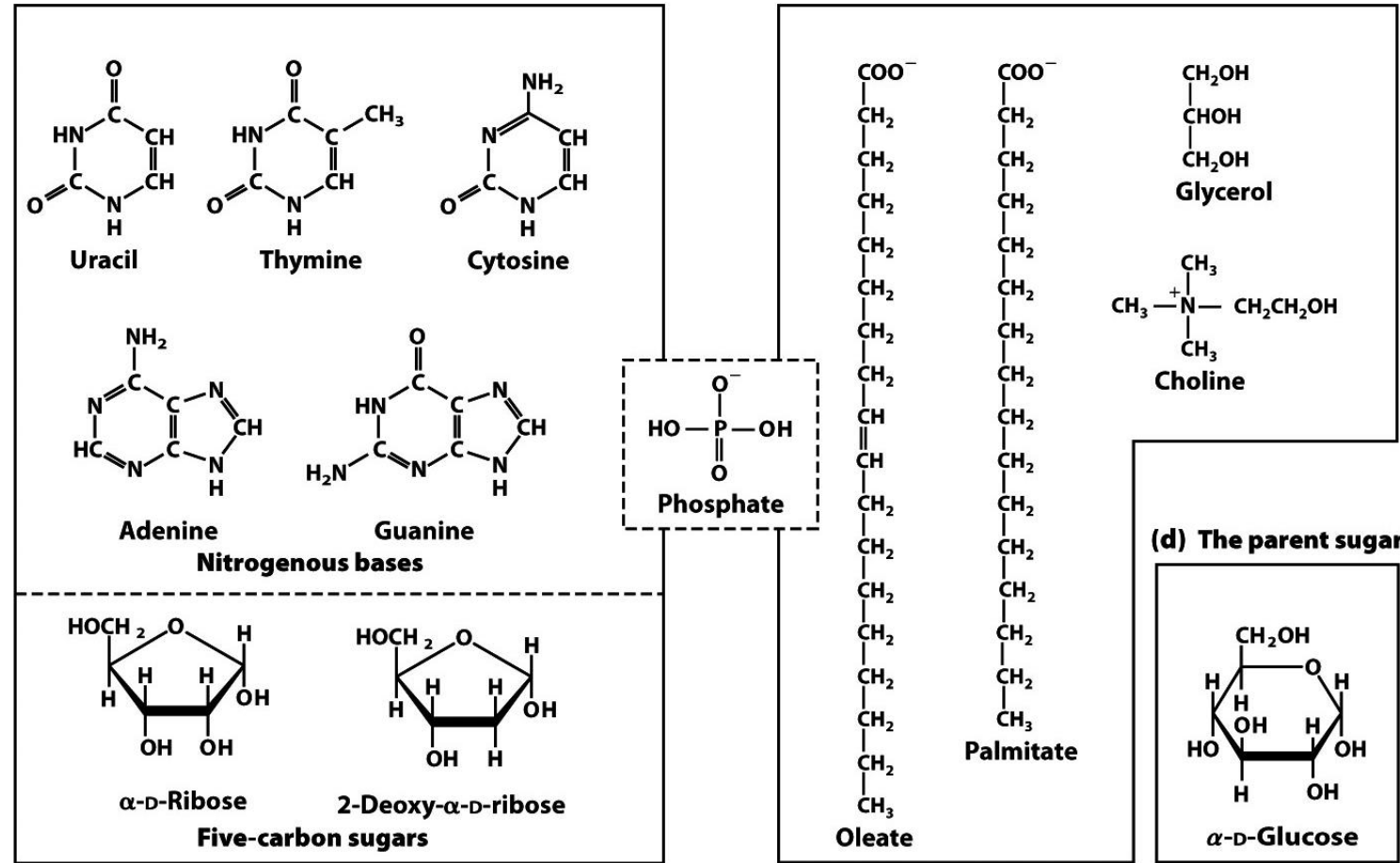
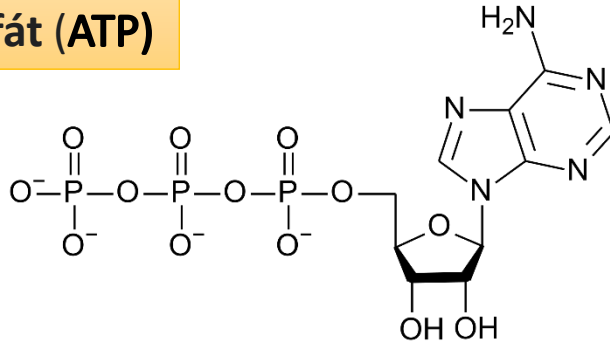


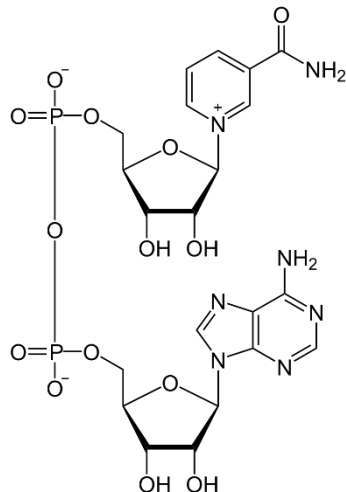
Figure 1-10b-d
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Metabolismus obecně

Adenosin trifosfát (ATP)



Nikotinamidadenin dinukleotid (NAD⁺)



Nikotinamidadenin dinukleotid fosfát (NADP⁺)

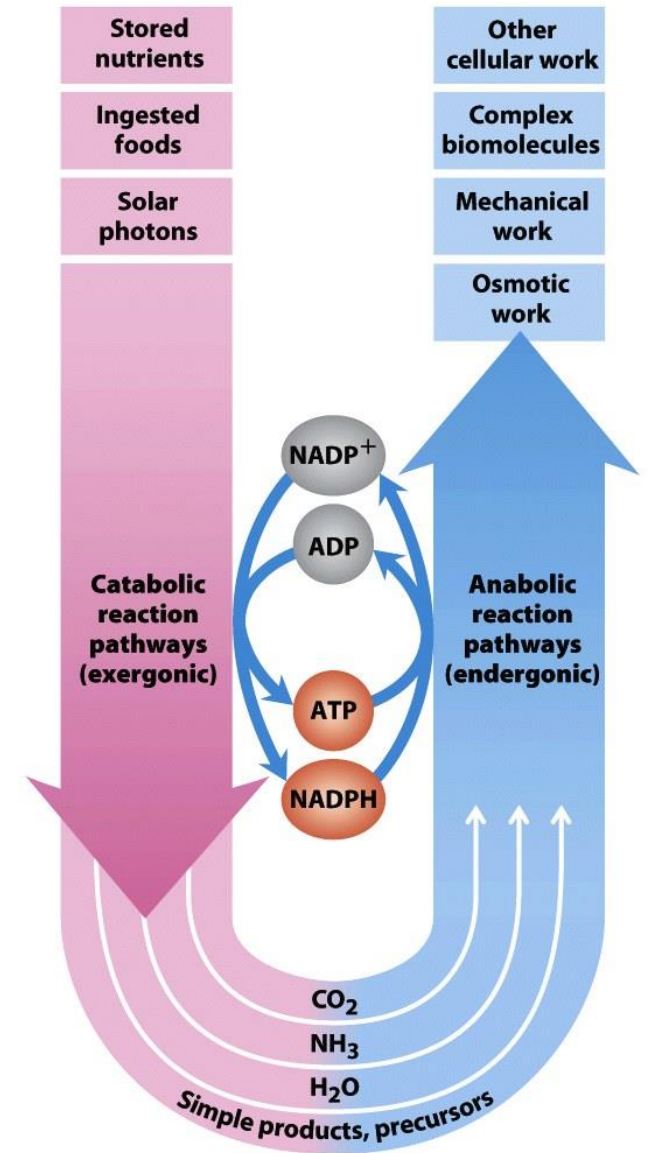
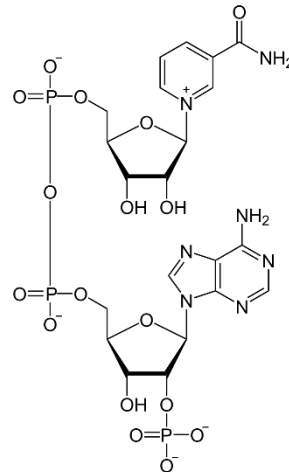


Figure 1-28
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

Rozmanitost uhlíkových vazeb a jejich geometrie

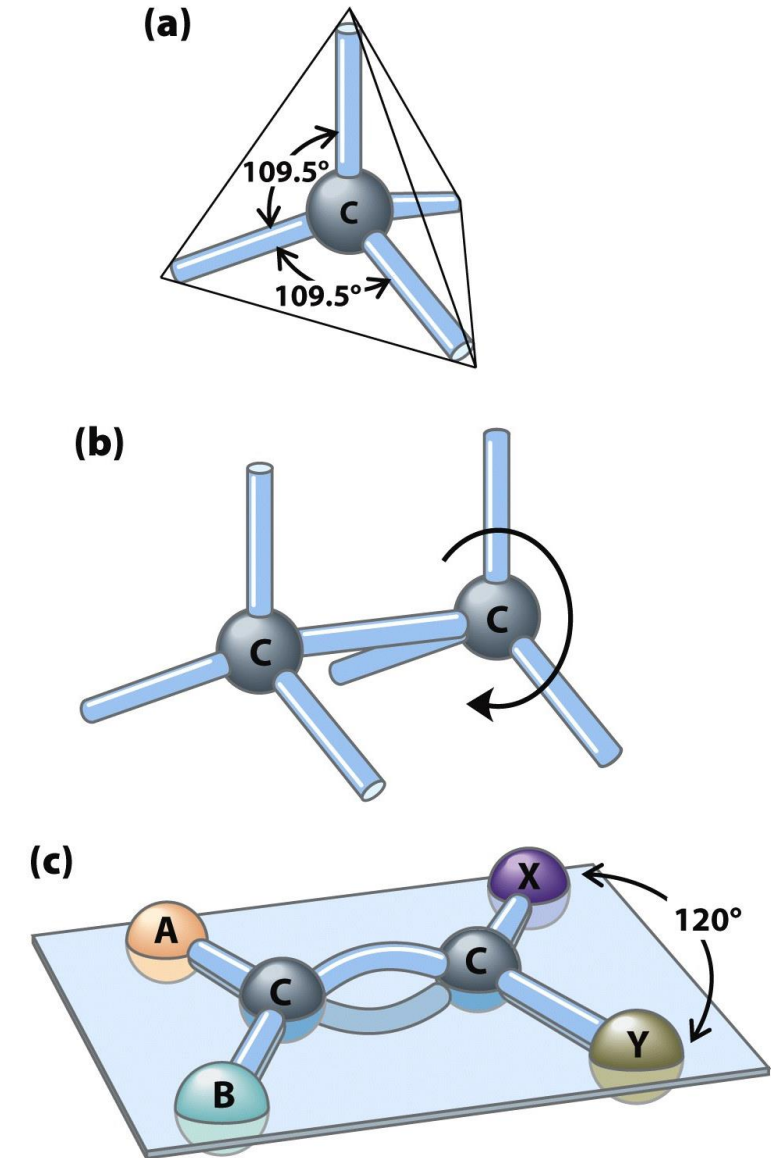
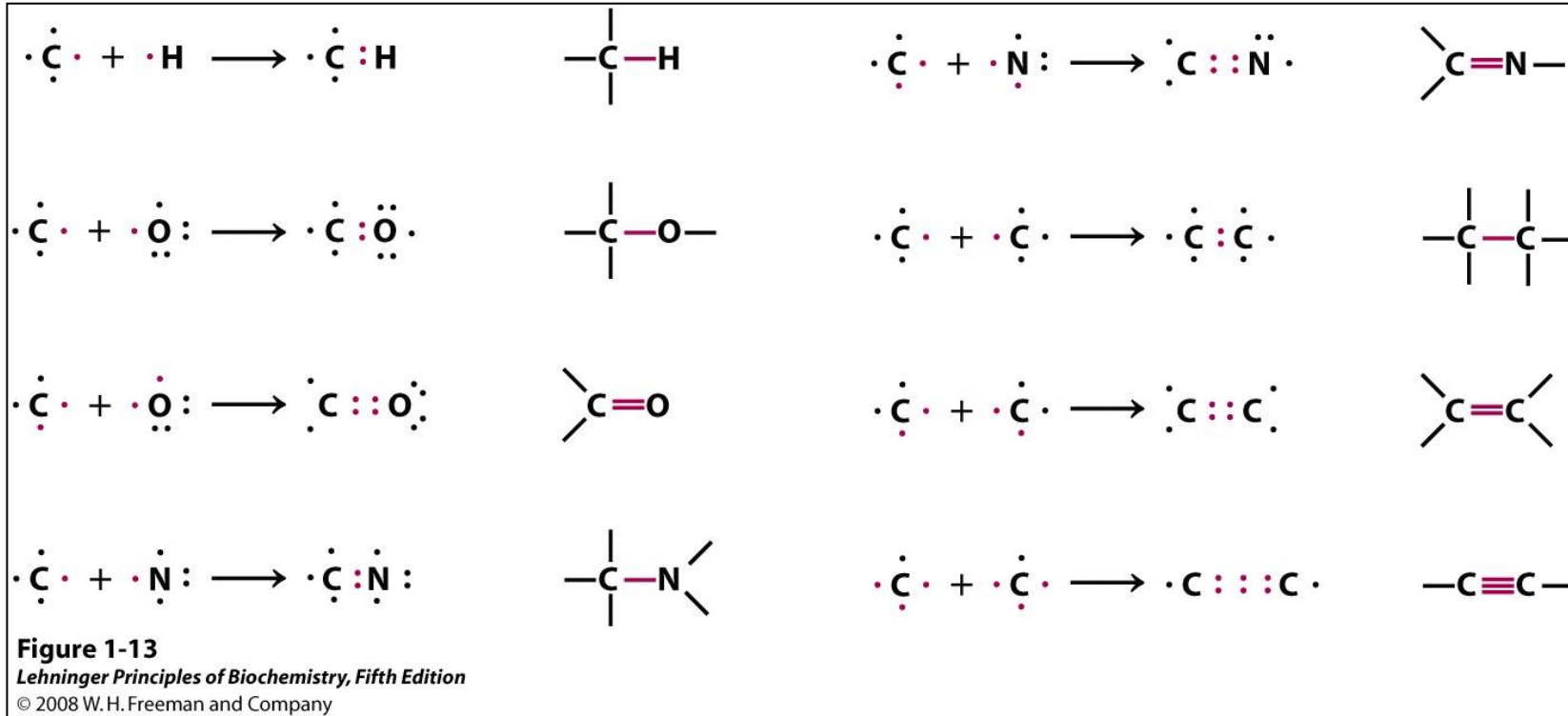


Figure 1-14
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Voda (biochemické rozpouštědlo)

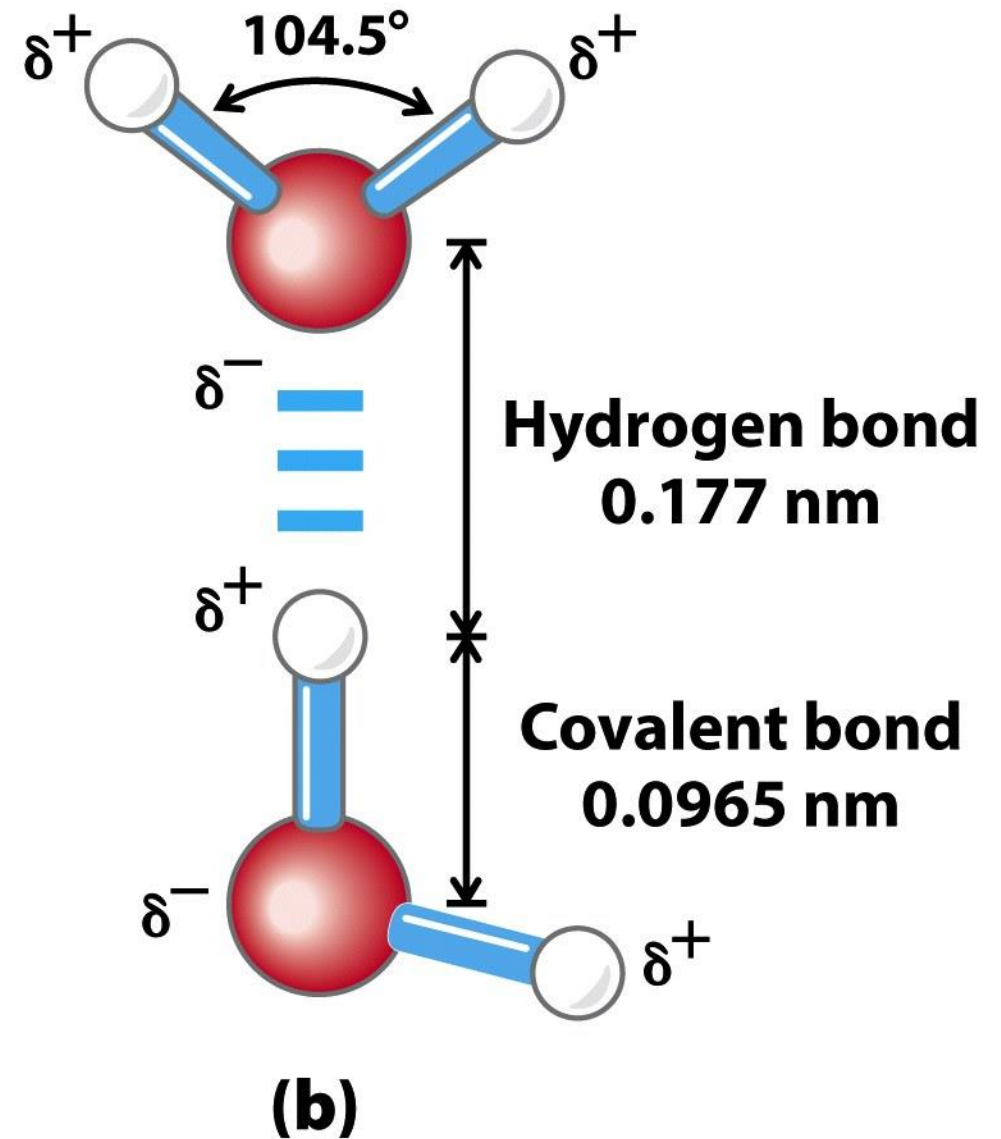
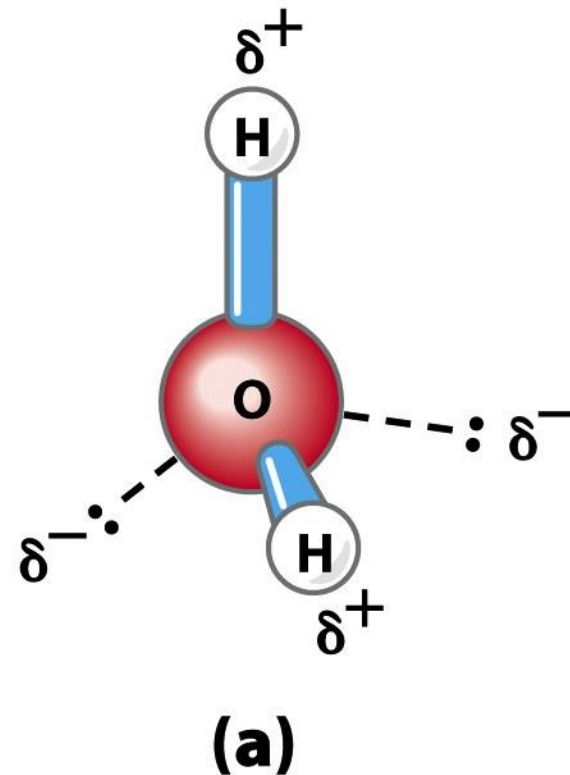


Figure 2-1
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Vodíková vazba

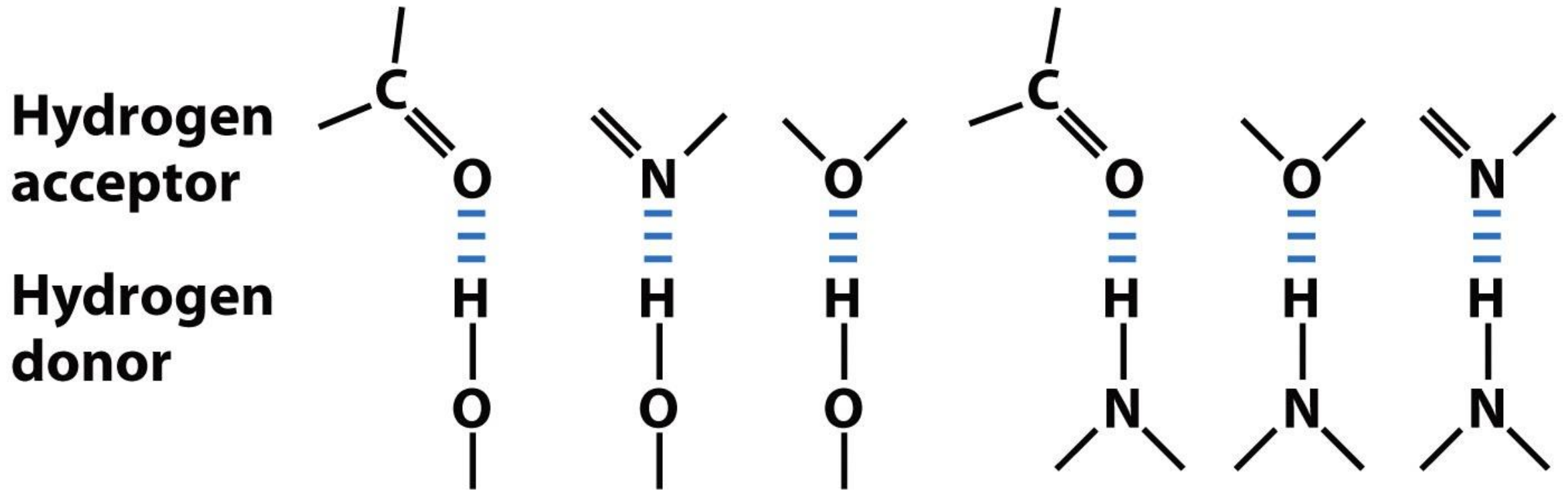


Figure 2-3

Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition

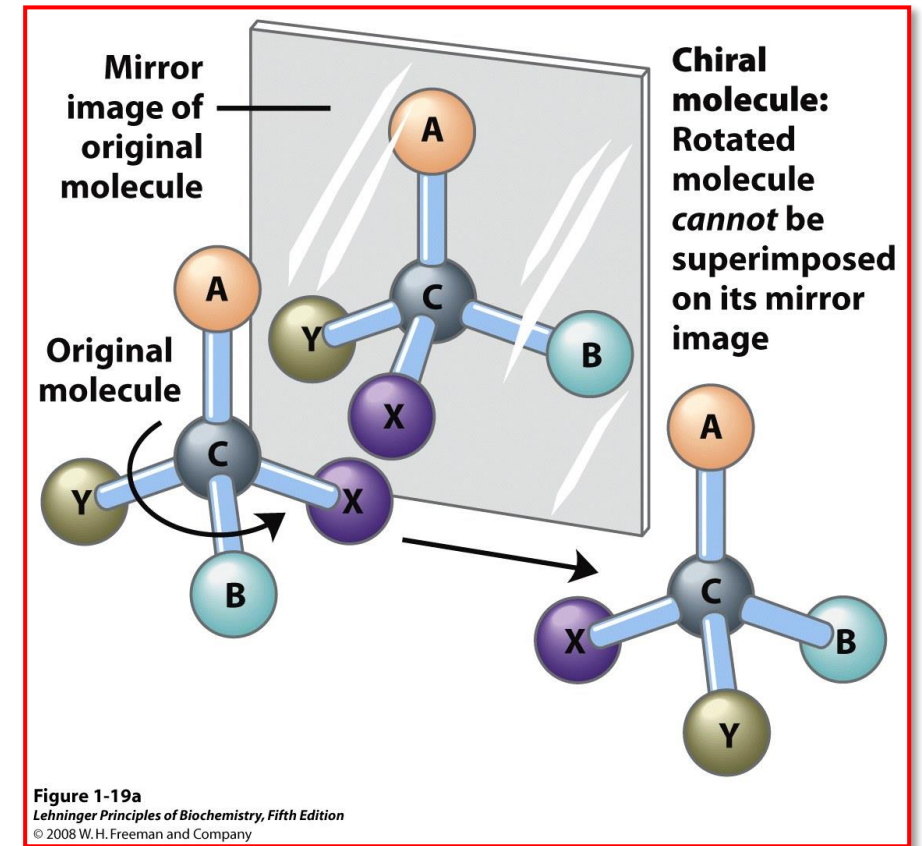
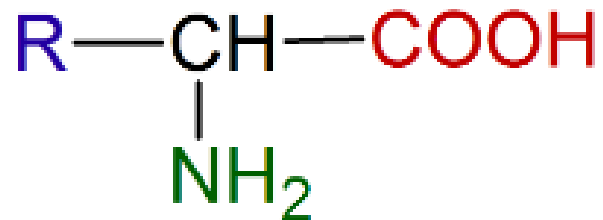
© 2008 W. H. Freeman and Company

M U N I
S C I

Aminokyseliny

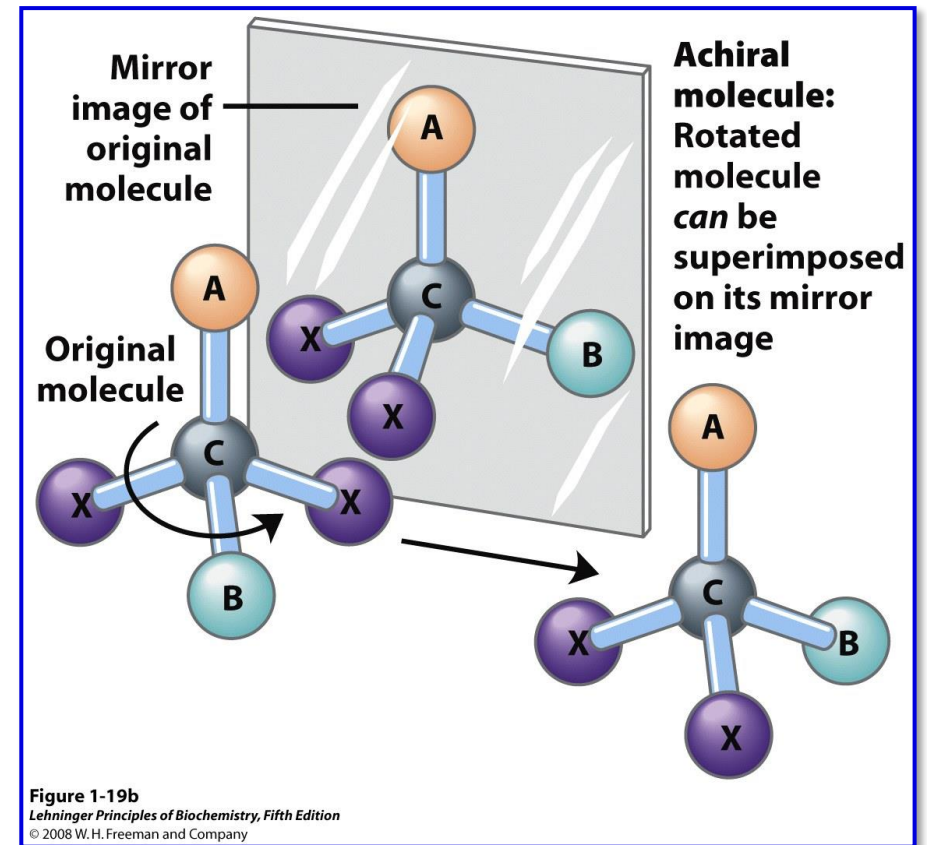
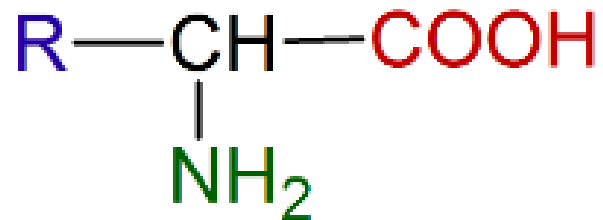
AMINOKYSELINY

- Základními stavebními jednotkami všech bílkovin.
- Z chemického hlediska jsou to substituční deriváty karboxylových kyselin.
- Proteinogenních aminokyselin je 22.
- Jsou to **chirální** molekuly (kromě glycinu).
- V proteinech pouze v L-konfiguraci.

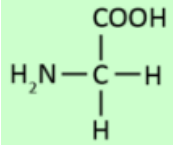


AMINOKYSELINY

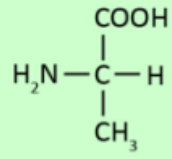
- Základními stavebními jednotkami všech bílkovin.
- Z chemického hlediska jsou to substituční deriváty karboxylových kyselin.
- Proteinogenních aminokyselin je 22.
- Jsou to **chirální** molekuly (kromě **glycinu**).
- V proteinech pouze v L-konfiguraci.



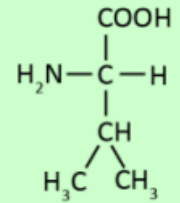
Neutrální aminokyseliny s uhlovodíkovým zbytkem R



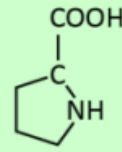
glycin (Gly)
IEB = 6,0



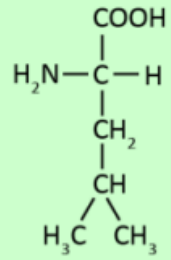
alanin (Ala)
IEB = 6,1



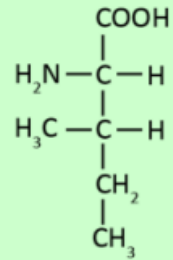
valin (Val)*
IEB = 6,0



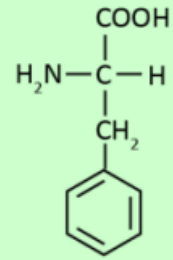
prolin (Pro)
IEB = 6,3



leucin (Leu)*
IEB = 6,0

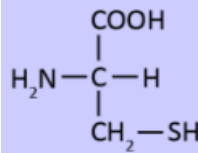


isoleucin (Ile)*
IEB = 6,0

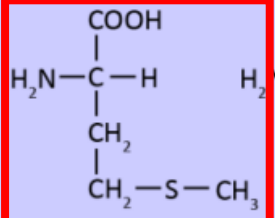


fenylalanin (Phe)*
IEB = 5,5

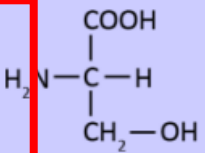
Neutrální aminokyseliny s atomy O, S a N ve zbytku R



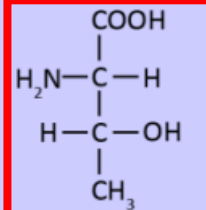
cystein (Cys)
IEB = 5,0



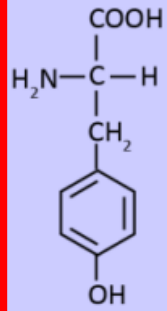
methionin (Met)*
IEB = 5,7



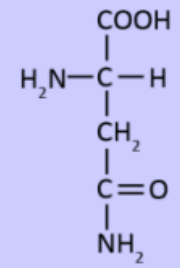
serin (Ser)
IEB = 5,7



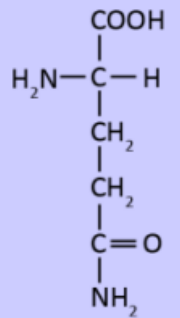
threonin (Thr)*
IEB = 5,6



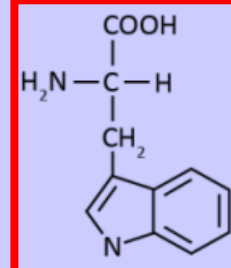
tyrosin (Tyr)
IEB = 5,6



asparagin (Asn)
IEB = 5,4

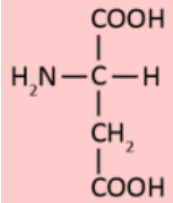


glutamin (Gln)
IEB = 5,7

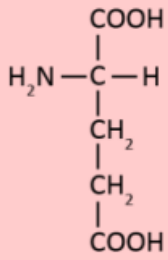


tryptofan (Trp)*
IEB = 5,9

Kyselé aminokyseliny

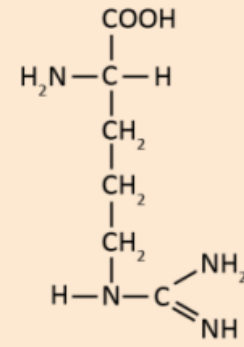


kyselina asparagová (Asp)
IEB = 2,9

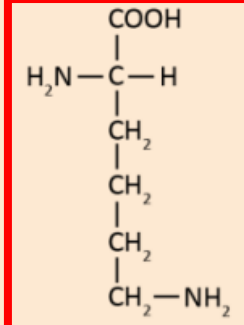


kyselina glutamová (Glu)
IEB = 3,2

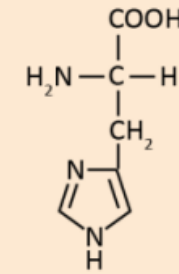
Bazické aminokyseliny



arginin (Arg)
IEB = 10,8



lysin (Lys)*
IEB = 9,7

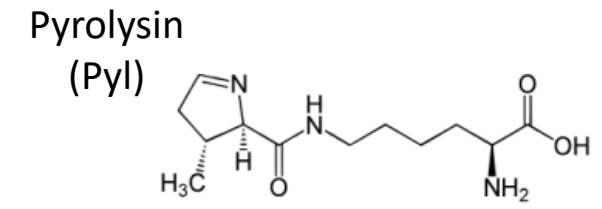
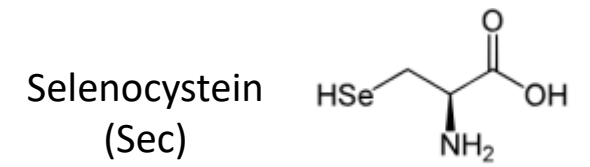


histidin (His)
IEB = 7,6

* esenciální aminokyseliny

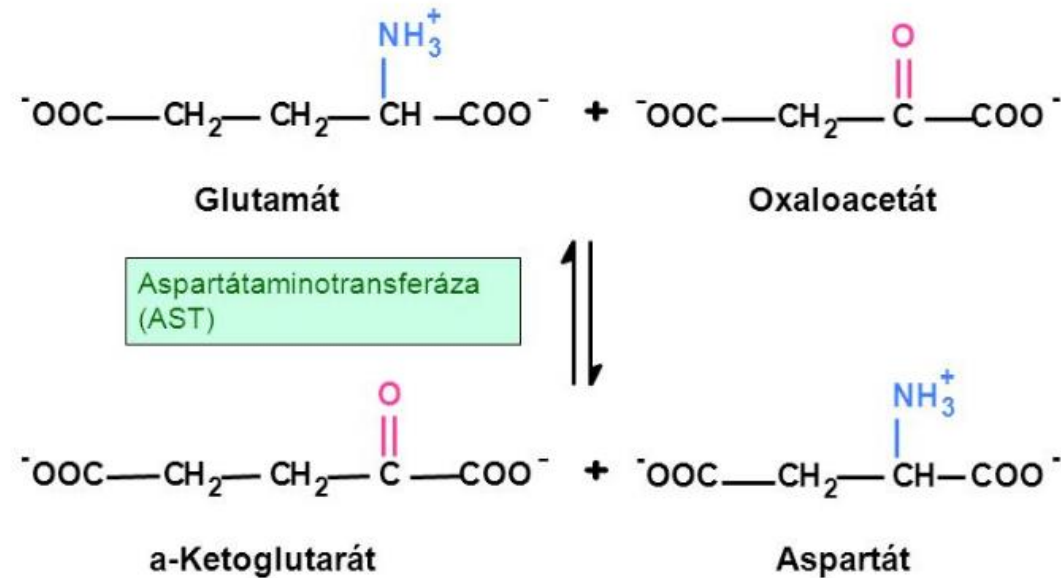
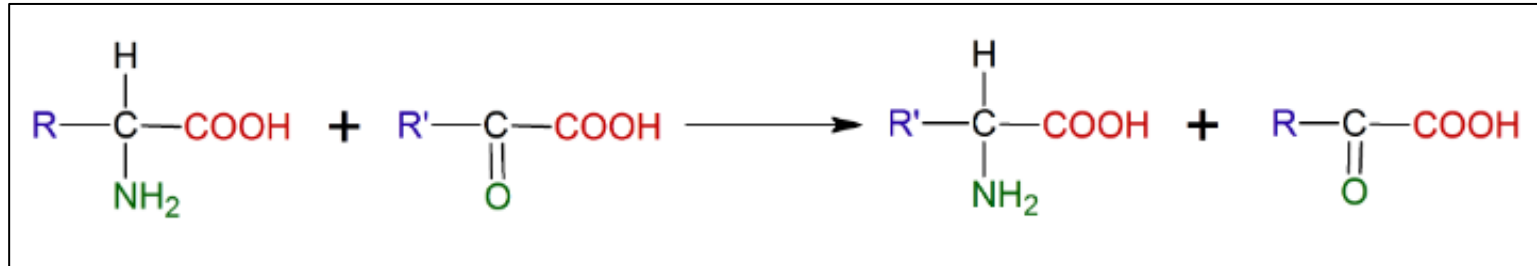
Esenciální

- Valin
- Leucin
- Isoleucin
- Fenylalanin
- Methionin
- Threonin
- Tryptofan
- Lysin
- „Histidin“
- „Arginin“



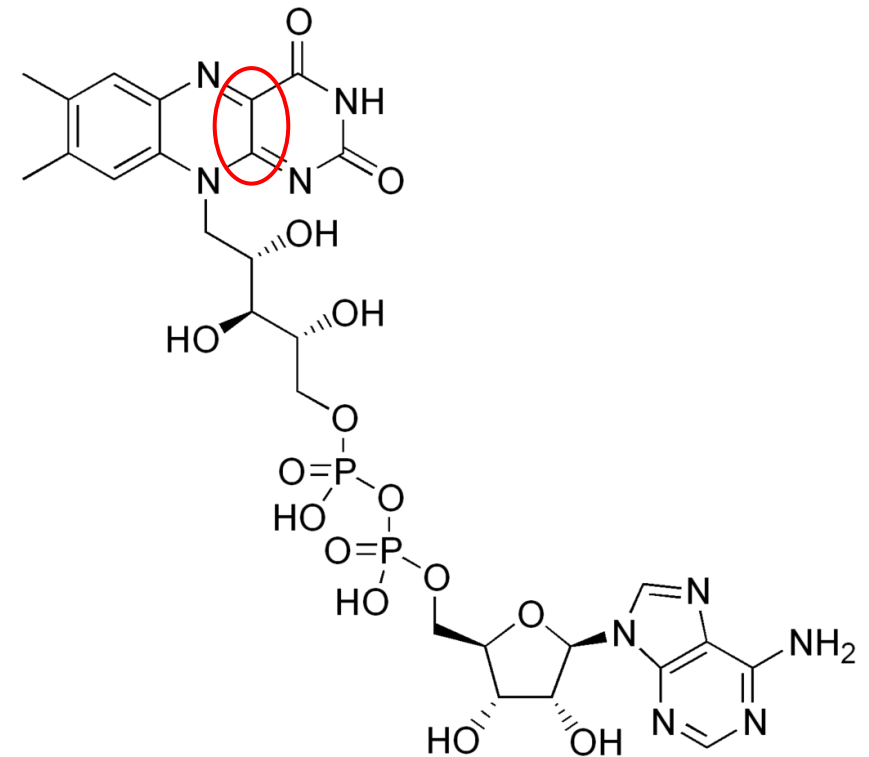
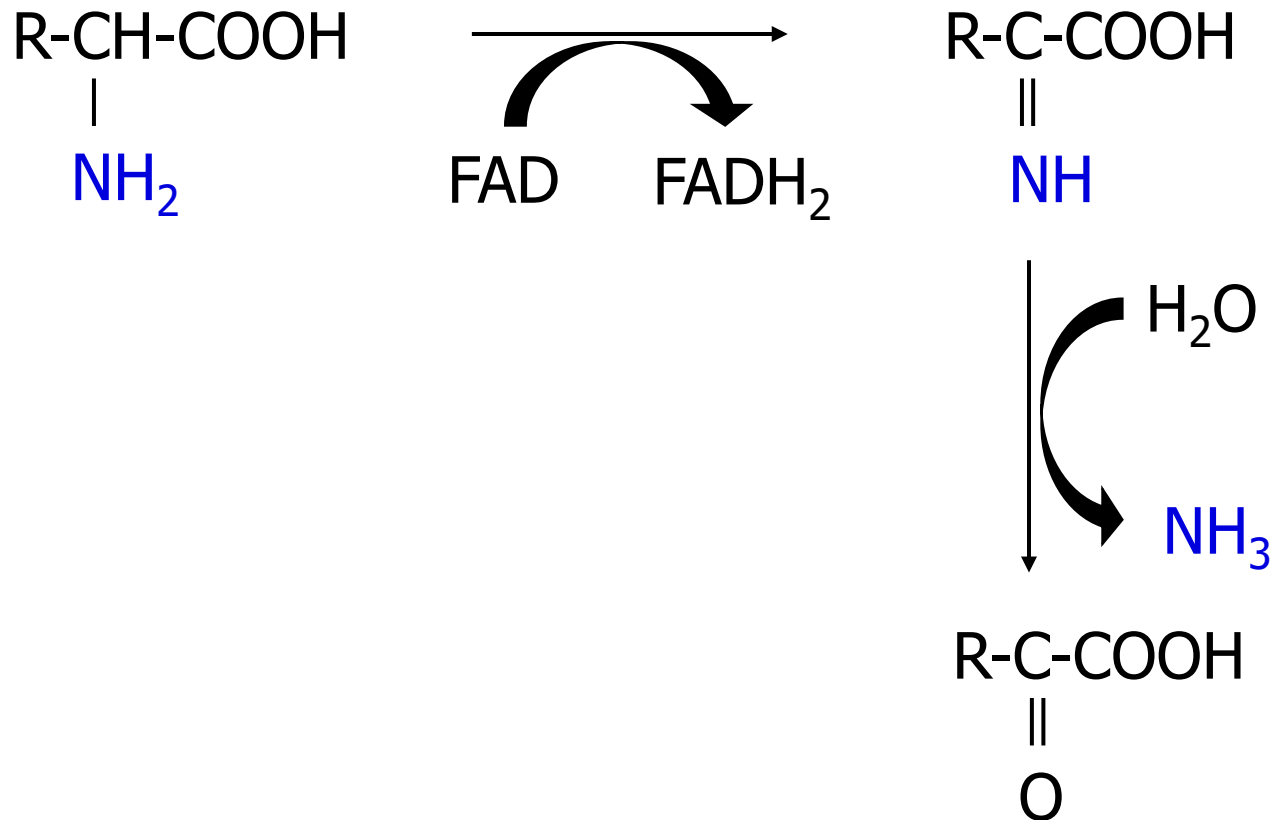
Transaminace

- Reakce, při níž dochází k výměně aminoskupiny α -aminokyseliny za oxoskupinu 2-oxokyseliny.



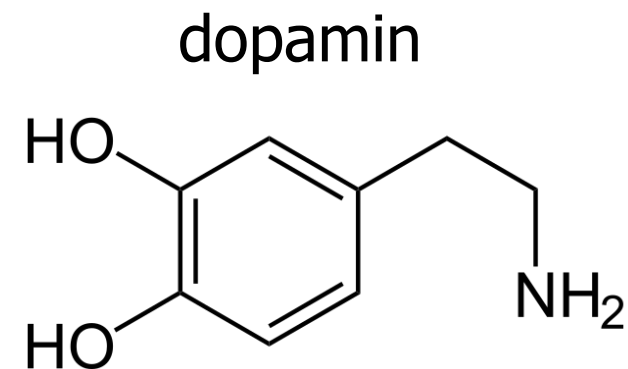
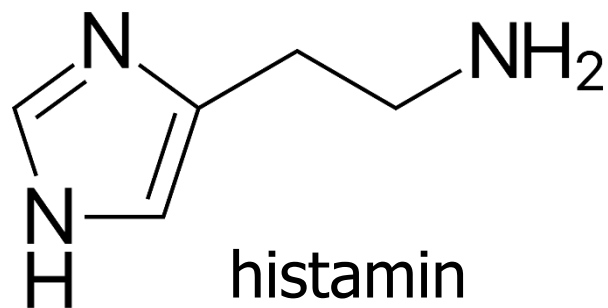
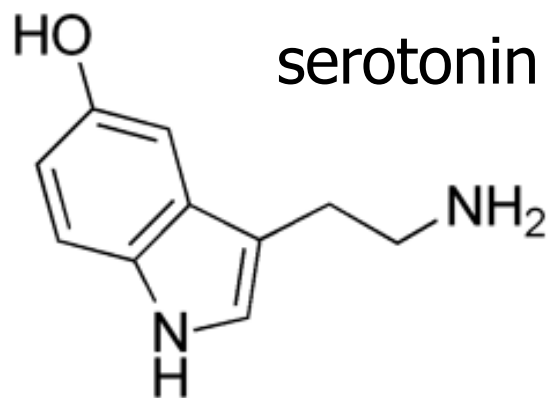
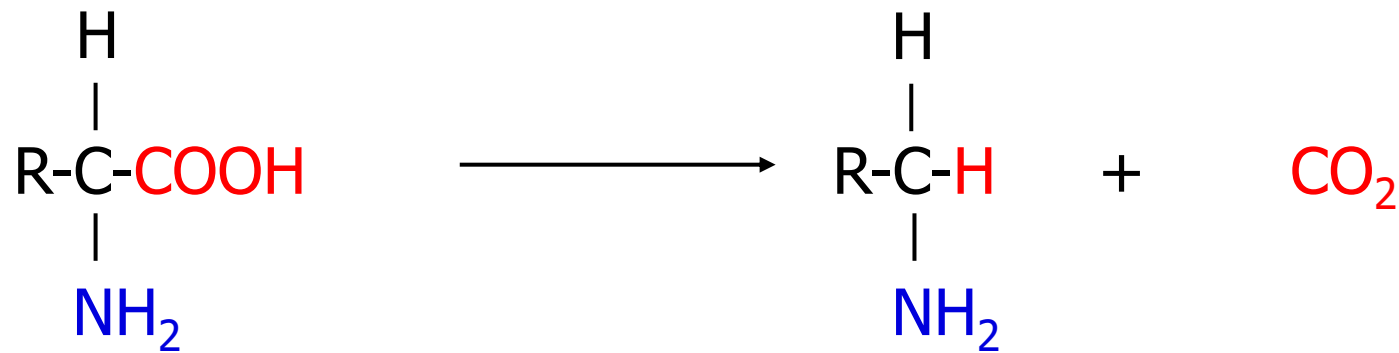
Oxidační deaminace

- Důležitá reakce uplatňující se v katabolismu aminokyselin.
- Dochází ke vzniku 2-oxokyseliny za uvolnění amoniaku (dusík je z těla dále vyloučen v podobě močoviny).



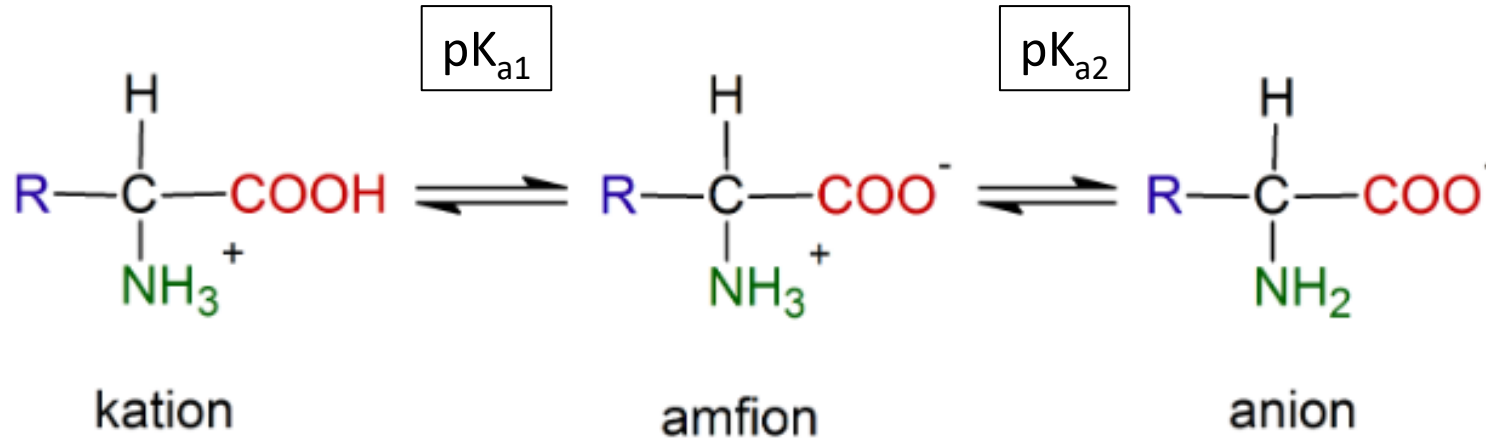
Dekarboxylace

- Důležitá reakce vedoucí ke vzniku **biogenních aminů**.



Disociace aminokyselin

- Aminokyseliny se mohou chovat jako kyseliny či zásady, jsou to **amfoterní sloučeniny**.



- Isoelektrický bod (pI):

- Odpovídá hodnotě pH, při které se aminokyselina jeví elektroneutrálně.

$$\text{pI} = \frac{\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}}{2}$$

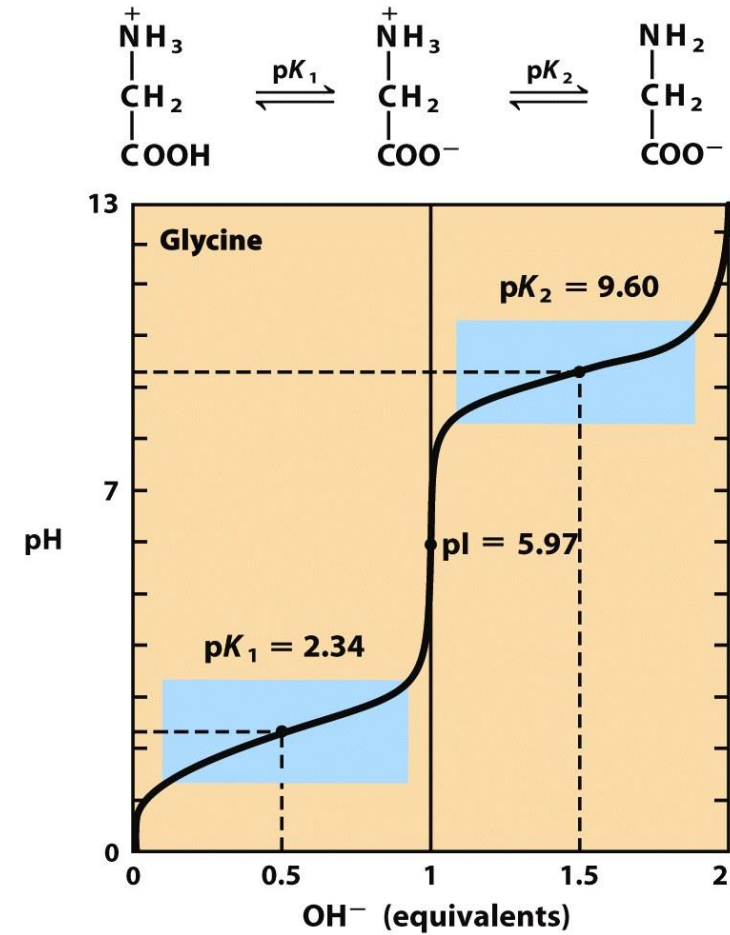


Figure 3-10
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

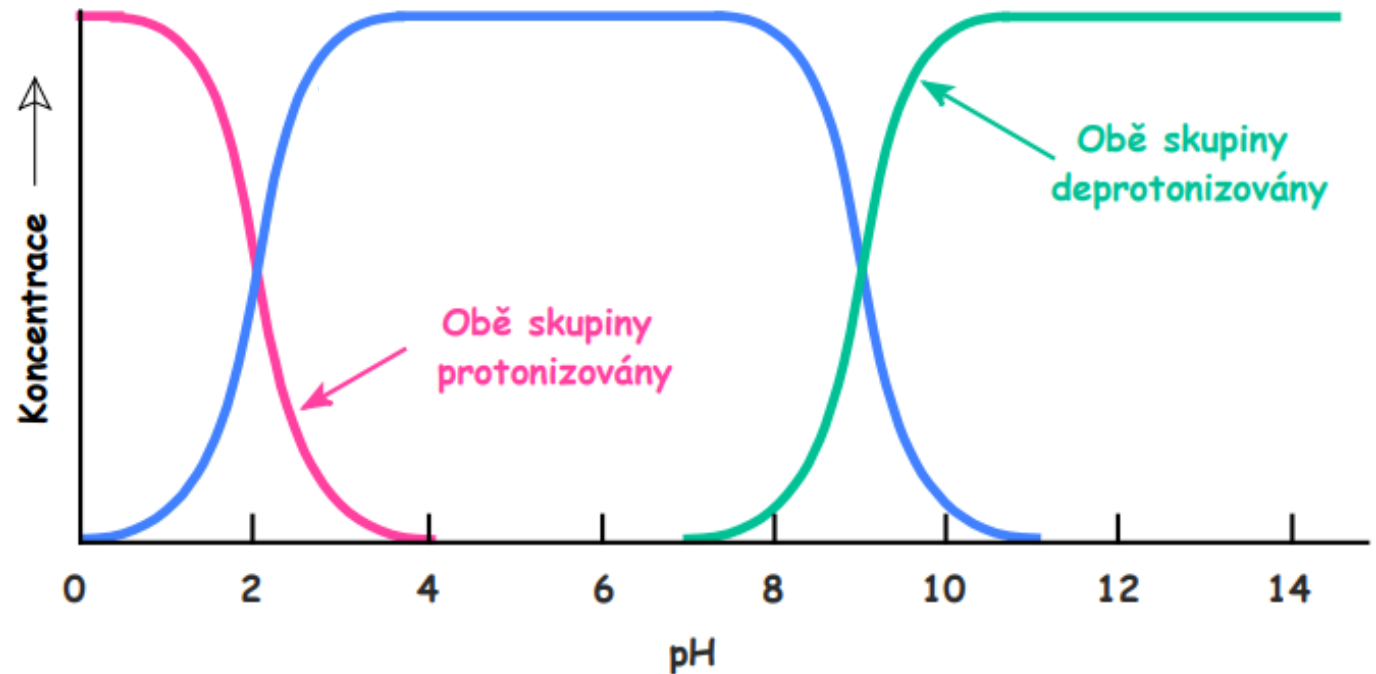
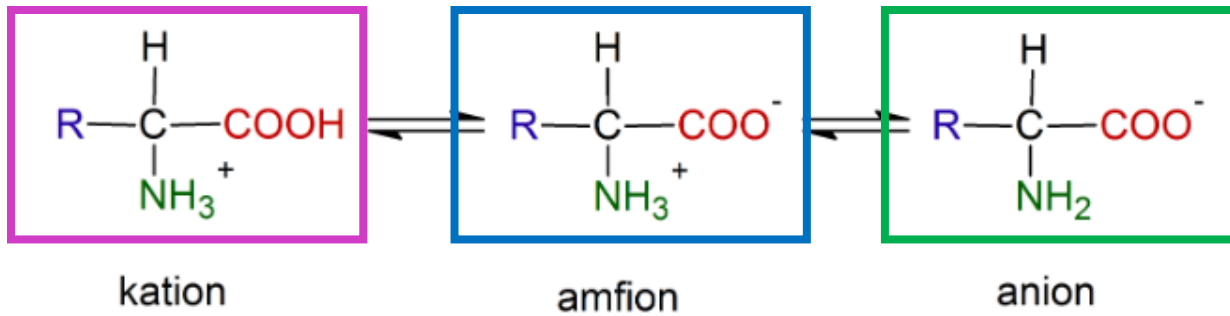
Disociace aminokyselin

Tabulka I. Disociační konstanty aminokyselin

	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_a boční řetězec protonovaný	→ deprotonovaný
Ala	2,3	9,9		
Gly	2,4	9,8		
Phe	1,8	9,1		
Ser	2,1	9,2		
Val	2,3	9,6		
Asp	2,0	10,0	3,9 -COOH	→ -COO ⁻
Glu	2,2	9,7	4,3 -COOH	→ -COO ⁻
His	1,8	9,2	6,0 -imidazolium ⁺	→ -imidazol
Cys	1,8	10,8	8,3 -SH	→ -S ⁻
Tyr	2,2	9,1	10,9 -fenyl-OH	→ -fenyl-O ⁻
Lys	2,2	9,2	10,8 -NH ₃ ⁺	→ -NH ₂
Arg	1,8	9,0	12,5 -guanidinium ⁺	→ -guanidin
Asn	2,0	8,8		
Gln	2,2	9,1		
Trp	2,4	9,4		
Leu	2,4	9,6		
Ile	2,3	9,6		
Met	2,3	9,2		
Thr	2,2	9,1		
Pro	2,0	10,6		

V. Mikeš: Úlohy z biochemie. Masarykova univerzita, Brno, 1993, revize P. Bouchal, 2017

Ionizační stavy aminokyselin jako funkce pH



Alkalimetrická titrace glycinu

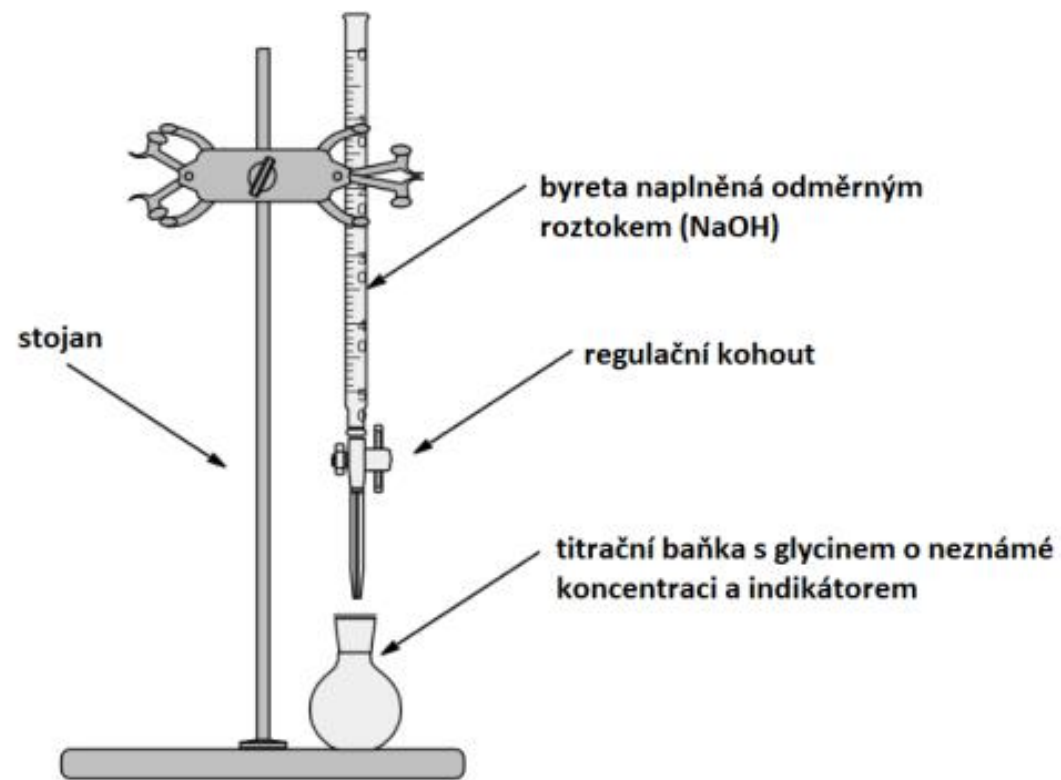
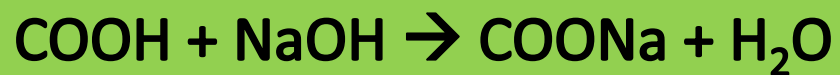
- Problém s amfoterní povahou aminokyselin.



- Blokace aminoskupiny formaldehydem.



- Titrace aminokyseliny roztokem NaOH.



Převzato z (*chemie.gjn.cz*, 2022) a upraveno.

Rozdělovací chromatografie aminokyselin



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | glycin |
| 2 | alanin |
| 3 | valin |
| 4 | leucin |
| 5 | prolin |
| 6 | kyselina asparagová |
| 7 | kyselina glutamová |
| 8 | fenylalanin |
| 9 | tyrosin |
| 10 | tryptofan |
| 11 | histidin |
| 12 | lysin |
| 13 | arginin |