

STATICKÁ BIOCHEMIE

Pracovní sešit k přednáškám z biochemie
pro studenty biologických kombinací

I

ZDENĚK GLATZ

2004

BIOCHEMIE

Studijní literatura :

P. Karlson - Základy biochemie Academia 1981

Z. Šípál a kol. - Biochemie SPN 1992

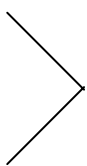
Z. Vodrážka - Biochemie 1 - 3. Academia 1992

D. Voet - Biochemie Victoria Publishing 1990

Biochemie -chemická disciplína, která studuje chemické složení živé hmoty a chemické procesy, které v ní probíhají
- je hraniční vědní disciplínou, na pomezí mezi chemií a biologií, zkoumá biologické objekty chemickými metodami

Historický úvod

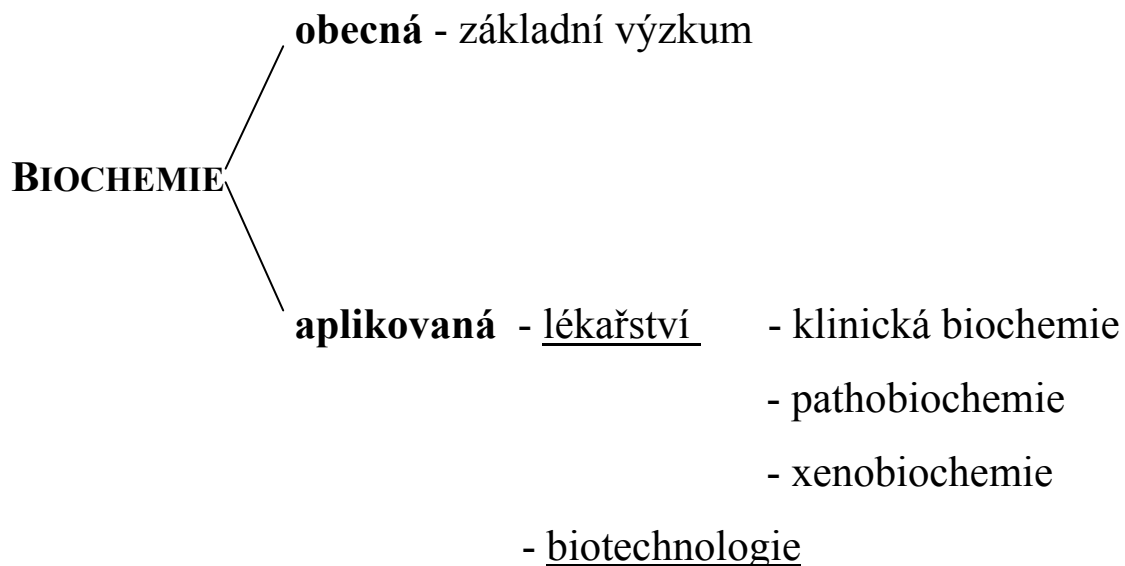
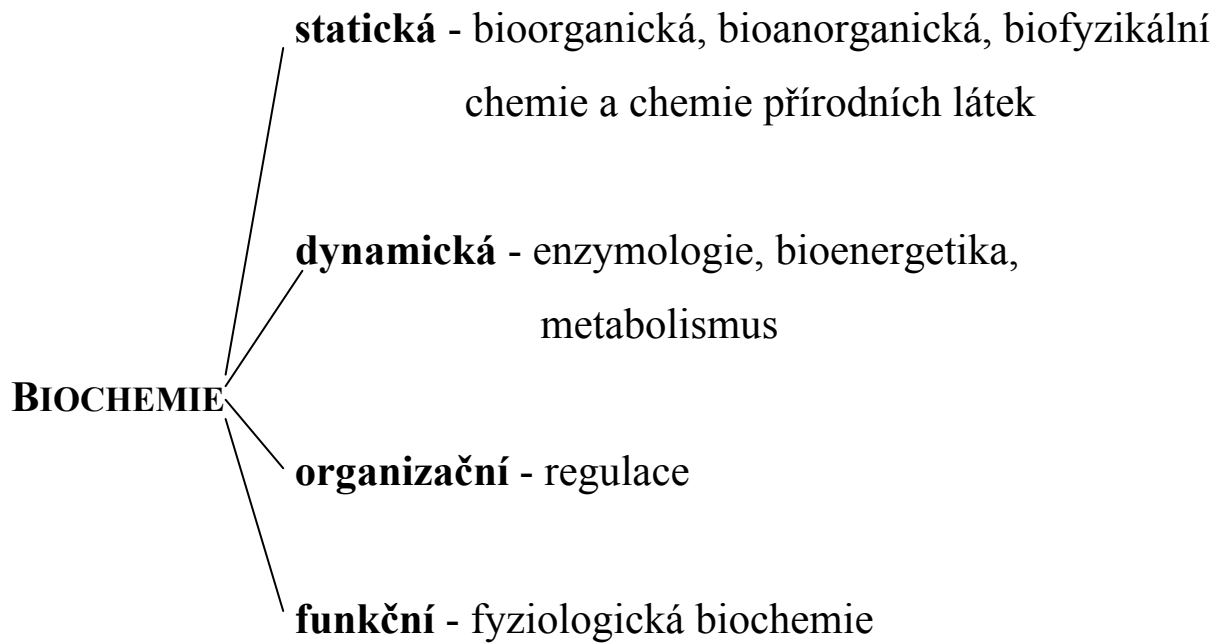
fyziologie a lékařství
organická chemie



biochemie Hoppe Seyler 1903

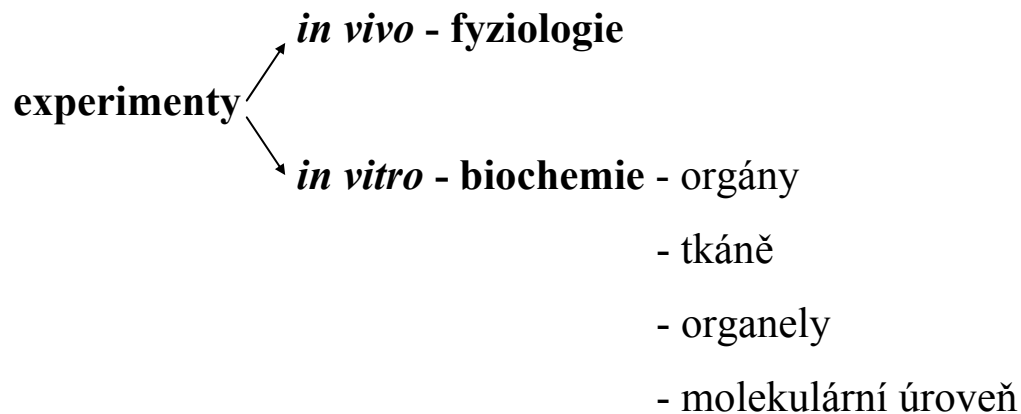
Synonyma : Biological Chemistry
Physiologische Chemie

Dvě období : A. období statické biochemie
 B. období dynamické biochemie



Molekulární biologie - W.T. ASTBURY - 60.léta

Biochemické metody :



Biochemické metody - metody anorganické, organické, fyzikální a analytické chemie
- biologické metody

Problémy se vzorkem - práce s komplexními vzorky
- práce s labilním biologickým materiálem
- práce s malým množstvím látek

P. Anzenbacher, J. Kovář - Metody chemického výzkumu pro biochemiky - Dočasná vysokoškolská učebnice 1986

M. Ferenčík, B. Škárka - Biochemické laboratorné metody, SNTL 1981

LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ORGANISMŮ

Látka	člověk	rostliny	bakterie
voda	60	75	70
bílkoviny	18	4	15
nukleové k.	1.5	1	7
sacharidy	0.5	16	3
lipidy	16	1	2
org. látky	1	1	2
anorg. látky	3	2	1

Anorganické látky - voda
 - Na, K, Cl⁻, SO₄⁻, HCO₃⁻, HPO₄²⁻,
 Ca, Mg, Fe, Zn, Va, Cu, Mo, Ni, Mn, Se
 - plyny - O₂, N₂, CO₂, NO

Organické látky - vysokomolekulární - biopolymery
 - bílkoviny
 - nukleové kyseliny
 - sacharidy
 - lipidy

Obecný princip výstavby biopolymerů :

1. Jsou tvořeny monomery
2. Monomery vytvářejí lineární řetězce
3. Monomery jsou spojovány jediným typem vazby

mono, di-, tri- , tetra-,...

oligo < 10

poly > 10

	bílkoviny	nukleové kyseliny	polysacharidy
monomery	aminokyseliny 20	nukleotidy 4	monosacharidy 5
vazba	peptidická	3,5-diesterová	glykosidická

- **nízkomolekulární** - produkty meziprodukty metabolismu
- sekundární metabolity
- regulační látky

BÍLKOVINY - PROTEINY

Protein - MULDER, BERZELIUS (1838)

προτευνω - „zaujímající první místo“

Funkce - katalýza
 transport
 pohyb
 podpora
 imunita
 regulace
 vznik a přenos nervového vzruchu

AMINOKYSELINY (20 AMK) MW 50 - 200



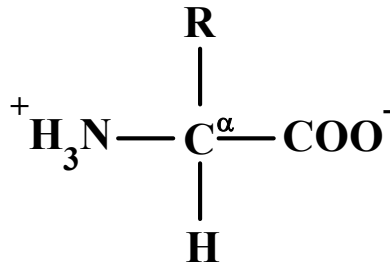
2 až 50 AMK PEPTIDY → POLYPEPTIDY MW < 10 000



> 50 AMK BÍLKOVINY - PROTEINY MW > 10 000

Aminokyseliny :

chemicky - substituční deriváty karboxylových kyselin



I. Kódované aminokyseliny

Rozdělení :

A. Nepolární aminokyseliny - Gly, Ala, Val, Leu, Ile, Phe, Pro

B. Polární aminokyseliny

OH skupinu - Ser, Thr, Tyr

SH skupinu - Cys, Met

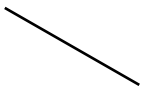
indolovou skupinu - Try

CONH₂ skupinu - AspNH₂, GluNH₂

C. Nabité

-	kyselé	COOH skupinu - Asp, Glu
-	basické	NH ₂ skupinu - Lys
		guanidinovou skupinu - Arg
		imidazolovou skupinu - His

— třípísmenkové

Používané zkratky  jedenpísmenkové

AMK	Symboly		AMK	Symboly	
glycin	Gly	G	methionin	Met	M
alanin	Ala	A	glutamová k.	Glu	E
valin	Val	V	asparagin	Asn	N
leucin	Leu	L	glutamin	Gln	Q
izoleucin	Ile	I	lysin	Lys	K
serin	Ser	S	arginin	Arg	R
threonin	Thr	T	tyrosin	Tyr	Y
cystein	Cys	C	fenylalanin	Phe	F
histidin	His	H	tryptofan	Trp	W
prolin	Pro	P	asparagová k.	Asp	D

II. Nekódované aminokyseliny

A. v bílkovinách posttranslační modifikací AMK

OH-Lys

OH-Pro

fosfo-Ser

B. volné s biologickou funkcí

β alanin

ornitin a citrulin

γ aminomáselná

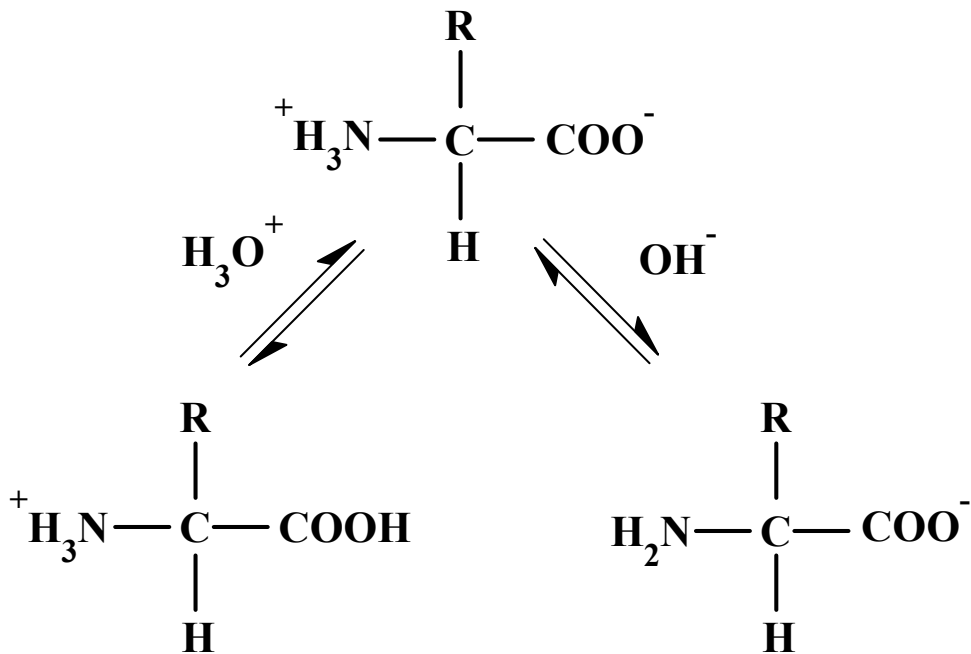
antibiotika - azaserin, cykloserin, chloramfenikol

nervové mediátory - DOPA, dopamin, adrenalin

hormony - thyroxin, trijodthyronin

Vlastnosti aminokyselin

ACIDOBAZICKÉ VLASTNOSTI



Izoelektrický bod
$$pI = \frac{pK_{\text{COOH}} + pK_{\text{NH}_2}}{2}$$

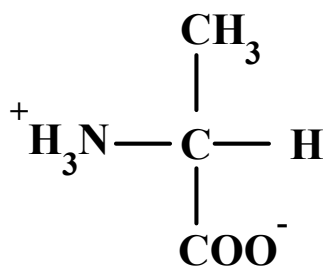
Tabulka pK

Skupina	pK	Skupina	pK	Skupina	pK
α COOH	1.8 - 2.5	β COOH	3.9	γ COOH	4.1
α NH ₂	9 - 10	ϵ NH ₂	10.8	guanidin	12.5
imidazol	6.0	SH	8.3	OH	10.1

Pufrační kapacita

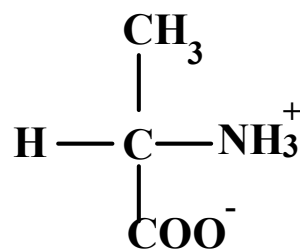
Titrační křivky

OPTICKÁ AKTIVITA



L -alanin

L



D-alanin

R

enantiomery

HENDERSON-HASSELBALCHOVA ROVNICE

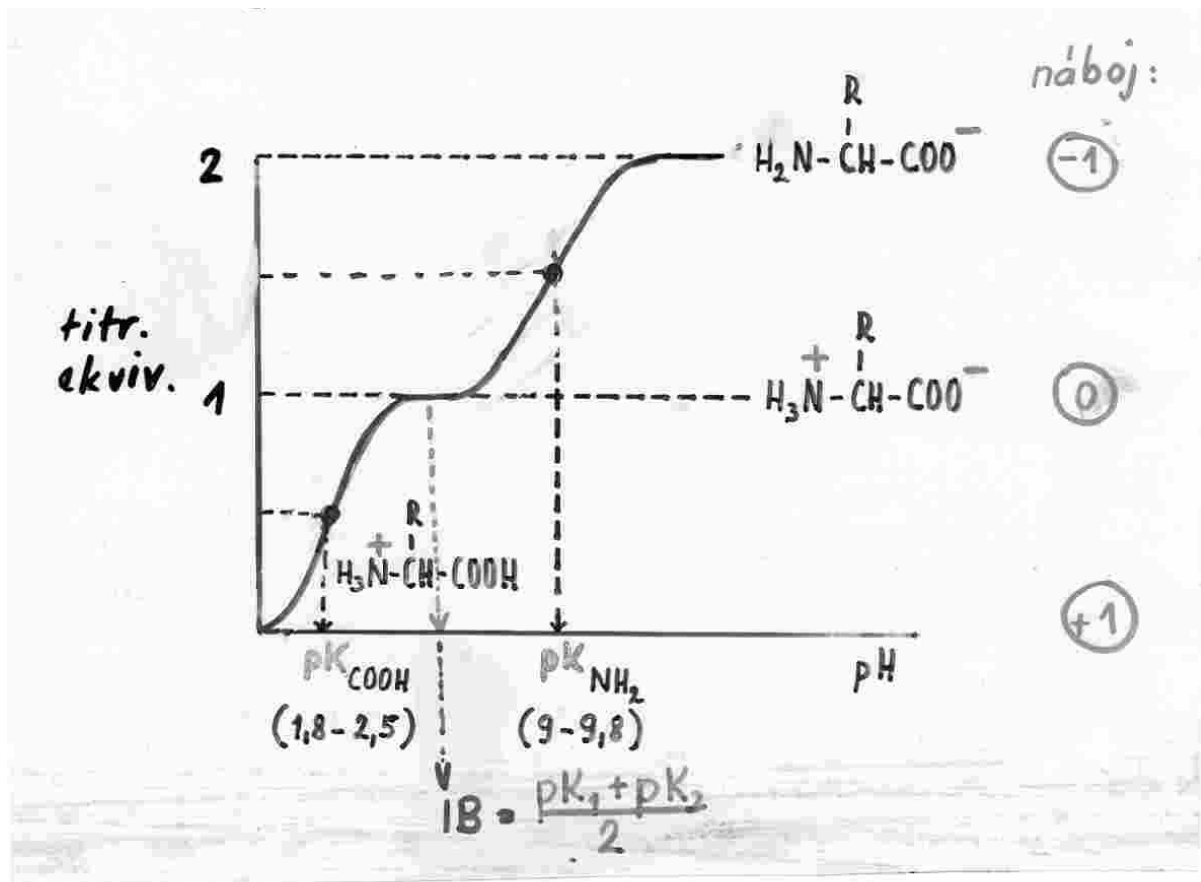
$$\frac{[H^+] \cdot [Ac^-]}{[HAc]} = \frac{k_{-1}}{k_1} = K$$

$$\log \frac{[Ac^-]}{[HAc]} + \log [H^+] = \log K$$

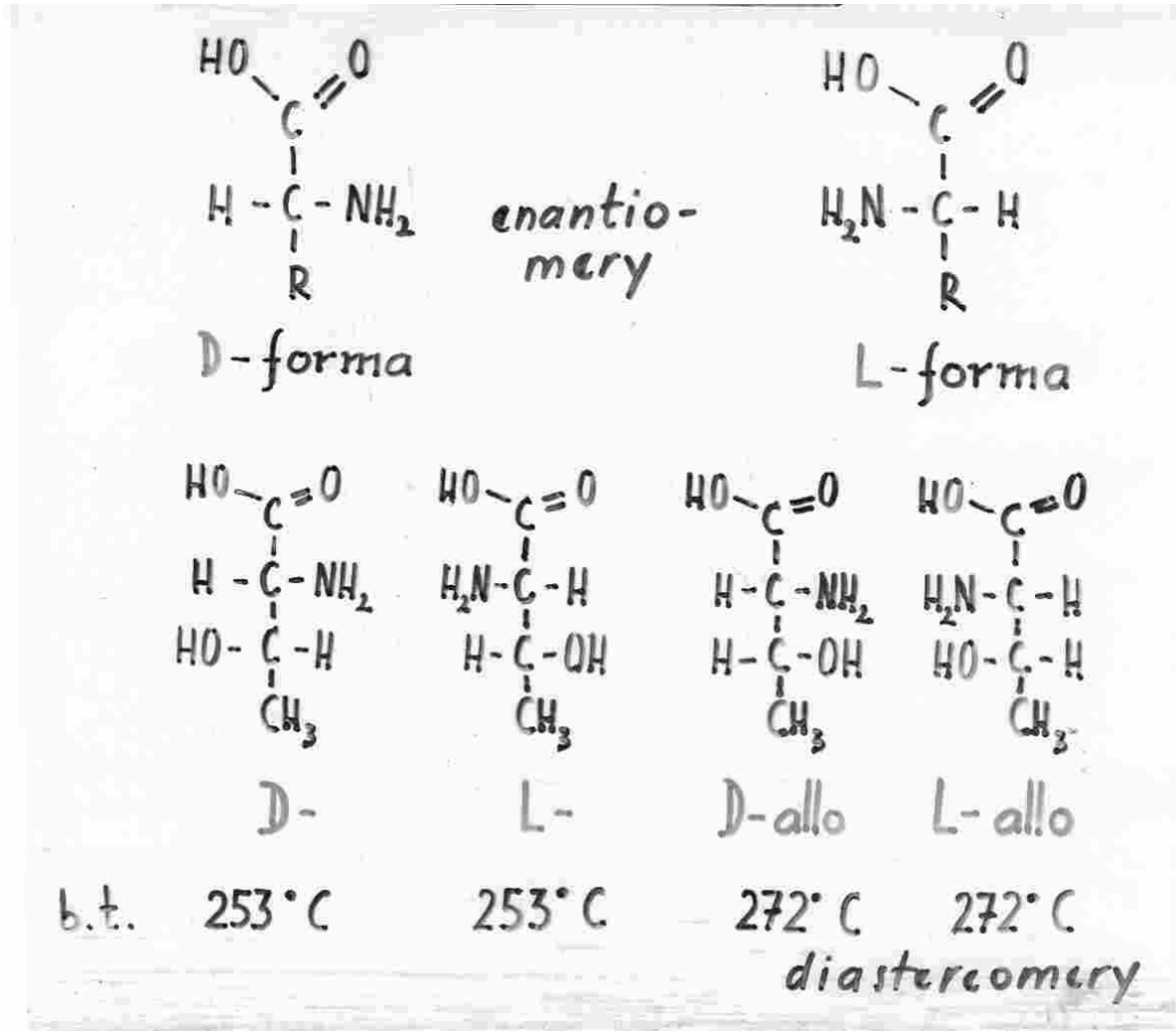
$$\log \frac{[Ac^-]}{[HAc]} - \log K = -\log [H^+]$$

$$\log \frac{[Ac^-]}{[HAc]} + pK = pH$$

TITRAČNÍ KŘIVKA



DIASTOMERY THREONINU



CHEMICKÉ VLASTNOSTI

■ reakce dané přítomností COOH a NH₂ skupin

ninhydrinová reakce - NH₂

■ reakce vedlejších skupin

reakce Sakaguchiho - guanidinová skupina

xantoproteinová reakce - aromatické aminokyseliny

Paulyho reakce - tyrosin

Adamkiewiczova reakce - indol

Analýza aminokyselin

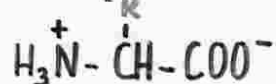
■ papíroví a tenkovrstvá chromatografie


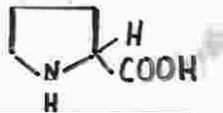
■ ionexová chromatografie

■ reverzně fázová chromatografie


PŘEHLED KODOVANÝCH AMINOKYSELIN

a) aminokys. s nepolárním R ve vzorci:





Název	Zkratka	R
1. GLYCIN	Gly G	- H
2. ALANIN	Ala A	- CH ₃
3. VALIN	Val V	- CH < $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$
4. LEUCIN	Leu L	- CH ₂ -CH < $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$
5. ISOLEUCIN	Ile I	- CH-CH ₂ -CH ₃ CH ₃
6. FENYLALANIN	Phe F	- CH ₂ - 
7. PROLIN	Pro P	

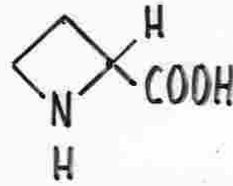
c) s ionisovanou skupinou v R:

1. KYS. ASPARAGOVA'	Asp D	- CH ₂ COOH
2. KYS. GLUTAMOVA'	Glu E	- CH ₂ CH ₂ COOH
3. ARGININ	Arg R	- CH ₂ CH ₂ CH ₂ -NH-C(=NH)-NH ₂
4. LYSIN	Lys K	- CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ -NH ₂
5. HISTIDIN	His H	- CH ₂ - 

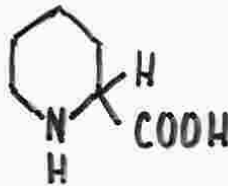
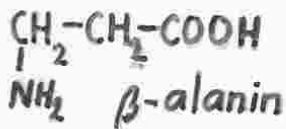
b) s polární skupinou v R :

1. SERIN	Ser	S	-CH ₂ OH
2. THREONIN	Thr	T	-CH(OH)-CH ₃
3. TYROSIN	Tyr	Y	-CH ₂ -  -OH
4. CYSTEIN	Cys (SH)	C	-CH ₂ SH
5. METHIONIN	Met	M	-CH ₂ -CH ₂ -S-CH ₃
6. ASPARAGIN	Asn	N	-CH ₂ -CONH ₂
7. GLUTAMIN	Gln	Q	-CH ₂ -CH ₂ -CONH ₂
8. TRYPTOFAN	Try	W	-CH ₂ - 

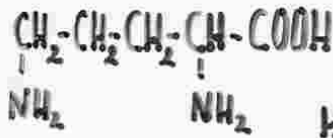
NEKODOVANÉ AMINOKYSELINY

k. aminocyklopropyl-
karboxylová

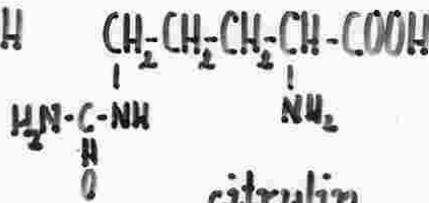
k. azetidinkarboxylová



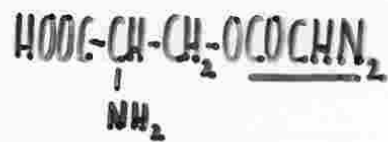
k. pipakolinová



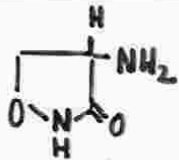
ornithin



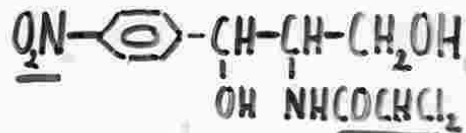
citrulin



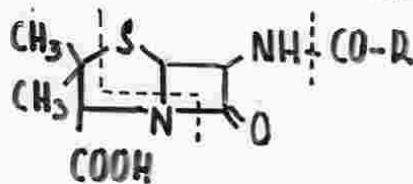
azaserin

ANTIBIOTIKA:

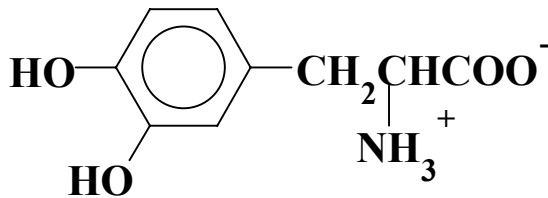
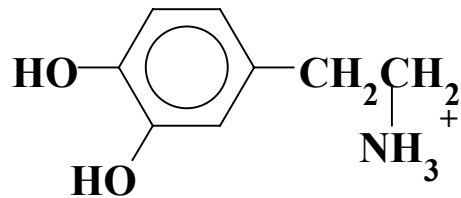
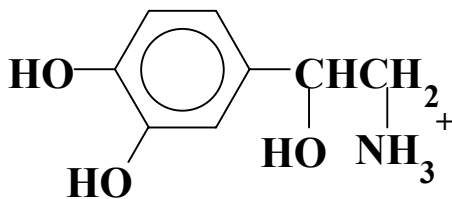
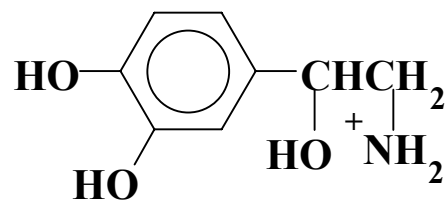
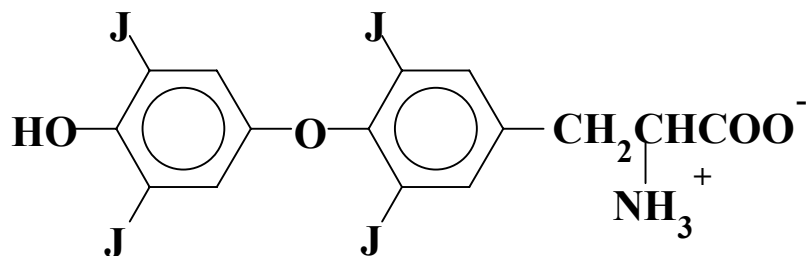
cykloserin



chloramfenikol



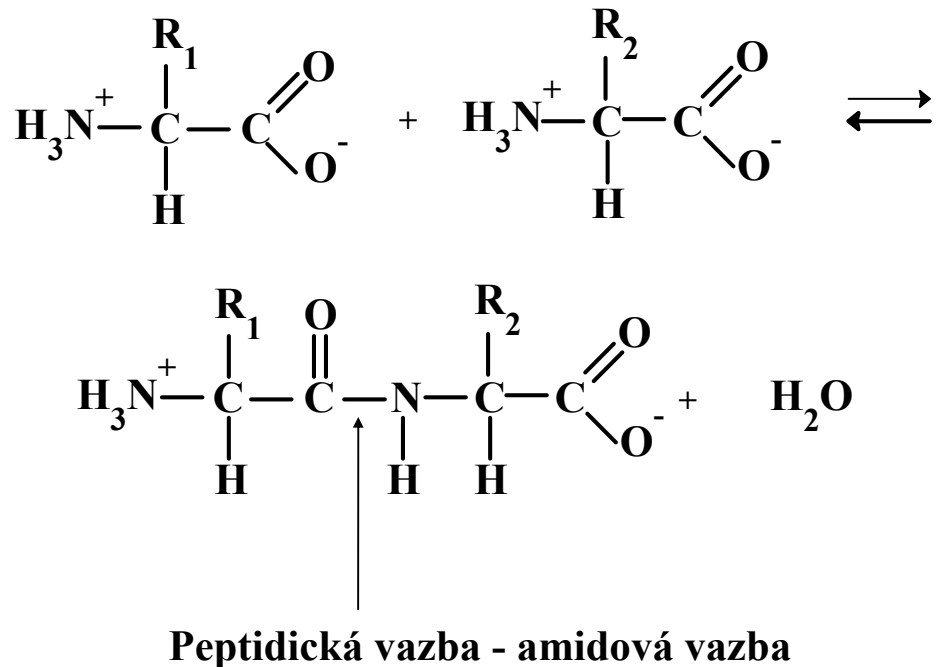
penicilin

 β alanin γ aminomáselná kyselinaDOPAdopaminnoradrenalinadrenalintyroxin

(3,5,3',5'-tetrajodthyronin)

PEPTIDY :

(E.FISHER 1902)



di, tri, tetra oligopeptidy.....polypeptidy

Názvosloví peptidů
 $\text{H}_3\text{N}^+ - \text{Gly} - \text{Arg} - \text{His} - \text{COO}^-$ glycyl-arginyl-histidin
Biosyntéza peptidů - meziprodukty odbourávání bílkovin

- jednoduchá biosyntéza bez proteosyntézy

Přírodní peptidy:Di - karnosin

anserin

Tri - glutathion GSH

Peptidové hormóny - oxytosin
vasopresin
inzulin
glukagon

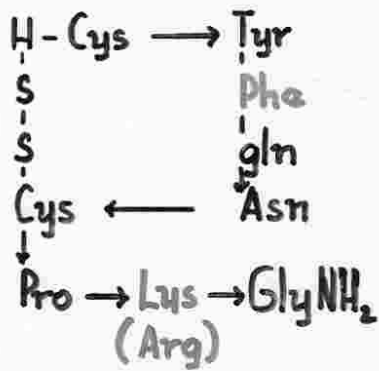
Peptidové neuromodulátory - enkefaliny
endorfiny

Peptidová antibiotika - penicilín
gramicidin
valinomycin
aktinomycin

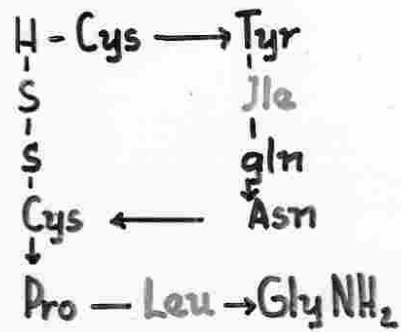
Peptidové fyto a zootoxiny - neurotoxiny hadů štírů a včel
mikrocystiny
falloidin
amanitin

Polypeptidy - protaminy

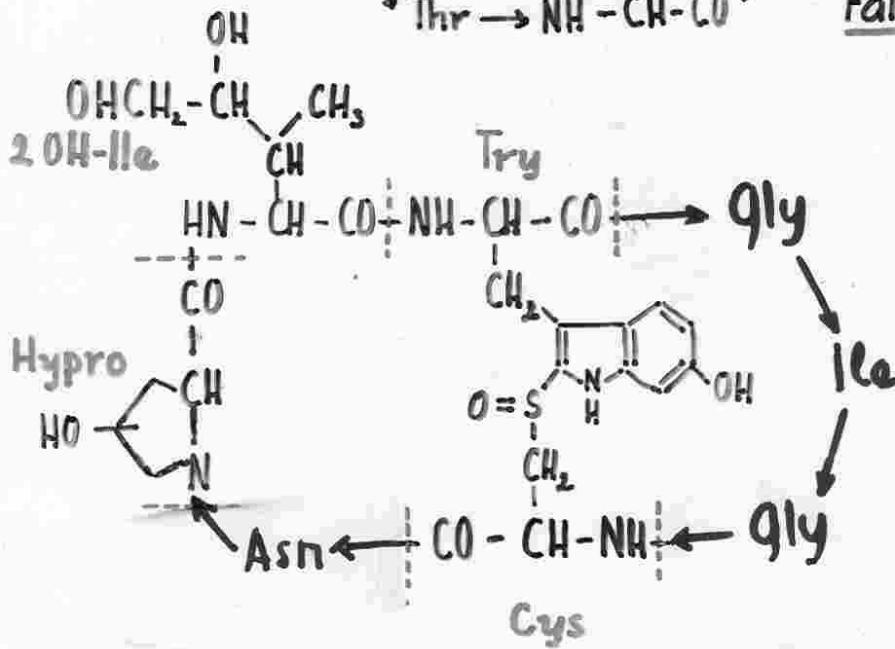
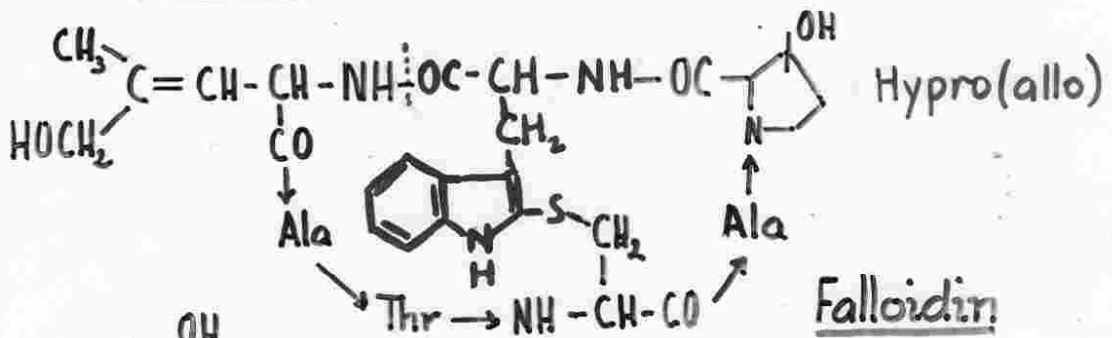
CYKLOPEPTIDY



Vasopressin



Oxytocin



α-amanitin

LD₅₀ (mys) 0,04mg/kg

BÍLKOVINY :

Struktura bílkovin

1. primární - sekvence aminokyselin
2. sekundární - uspořádání polypeptidického řetězce
3. terciální - uspořádání polypeptidického řetězce s vedlejších řetězců
4. kvartetní struktura - podjednotkové složení

sekundární, terciální, kvarterní struktura \Rightarrow **konformace**

Aminokyselinová analýza

1. Izolace homogenní bílkoviny
2. Úplná hydrolýza - kyselá - 6 M HCl,, 100 - 120 °C, 10 - 100 hod.
 - bazická - 2 - 4 M NaOH, 100 °C, 4 - 8 hod.
 - enzymová - Pronasa
3. Aminokyselinová analýza -RP, IEX

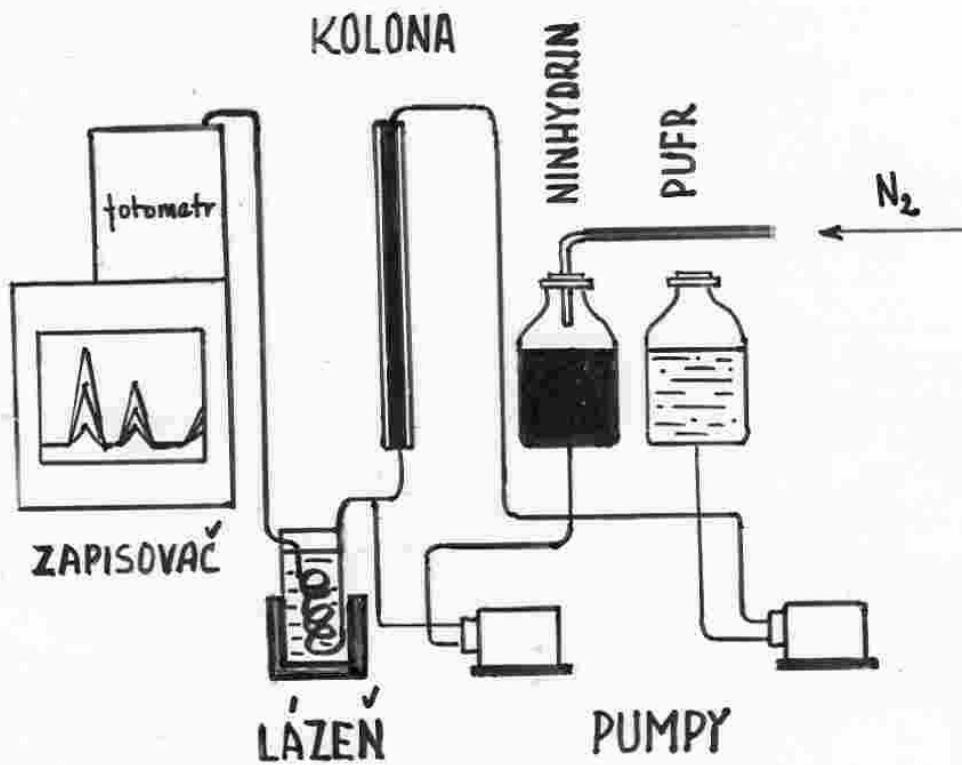
Primární struktura

1953 - Sanger - inzulín (51 AMK), 100 g materiálu, 10 let

\Rightarrow aminokyselinový sekvenátor

1978 - β - galaktosidasa (1028 AMK), μ g materiálu, dny

AMINOKYSELINOVÝ ANALYZÁTOR

Schéma analyzátoru aminokyselin

Stanovení sekvence - Edmanovo odbourávání

na základě sekvence nukleových kyselin

Syntéza peptidů

1953 - oxytosin (9 AMK) DE VIGNEAND

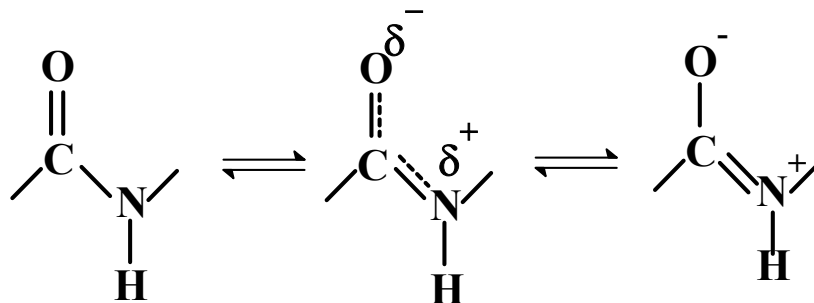
1962 - syntéza na pevné fázi - MERRIFIELD

Sekundární struktura

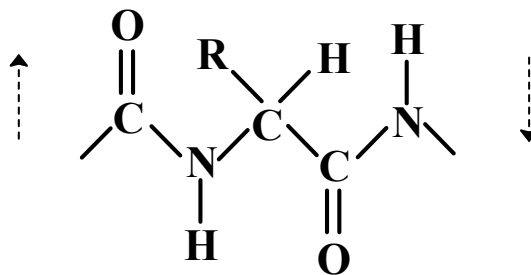
peptidická vazba - PAULING a COREY

30 až 40.léta

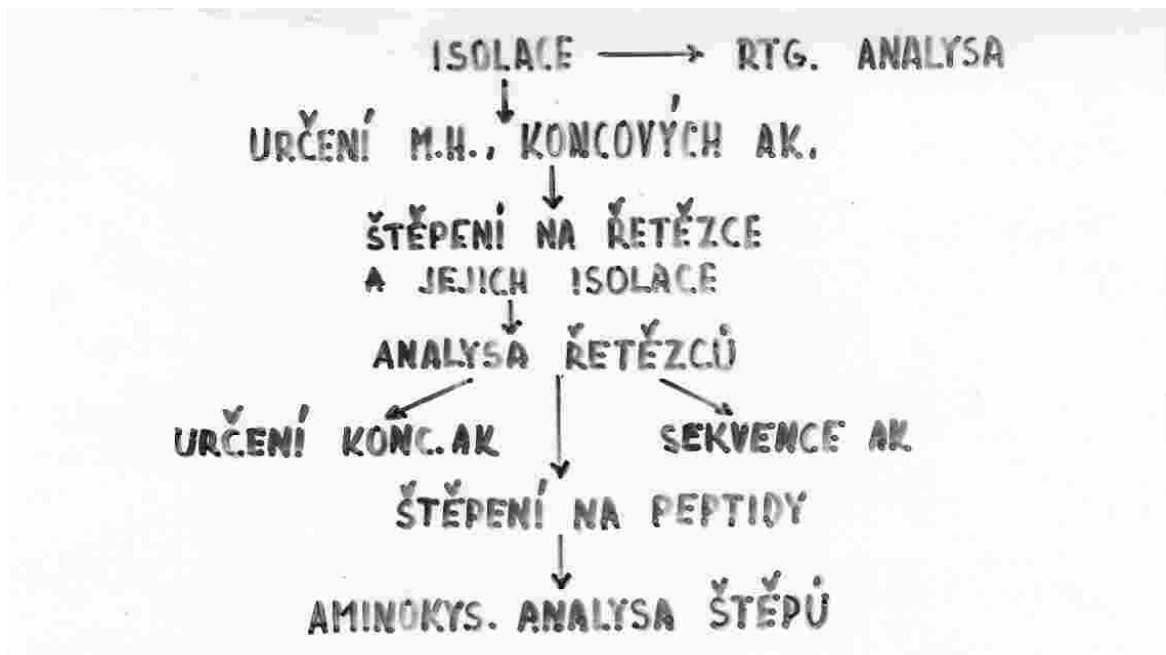
A. Peptidická vazba leží v rovině



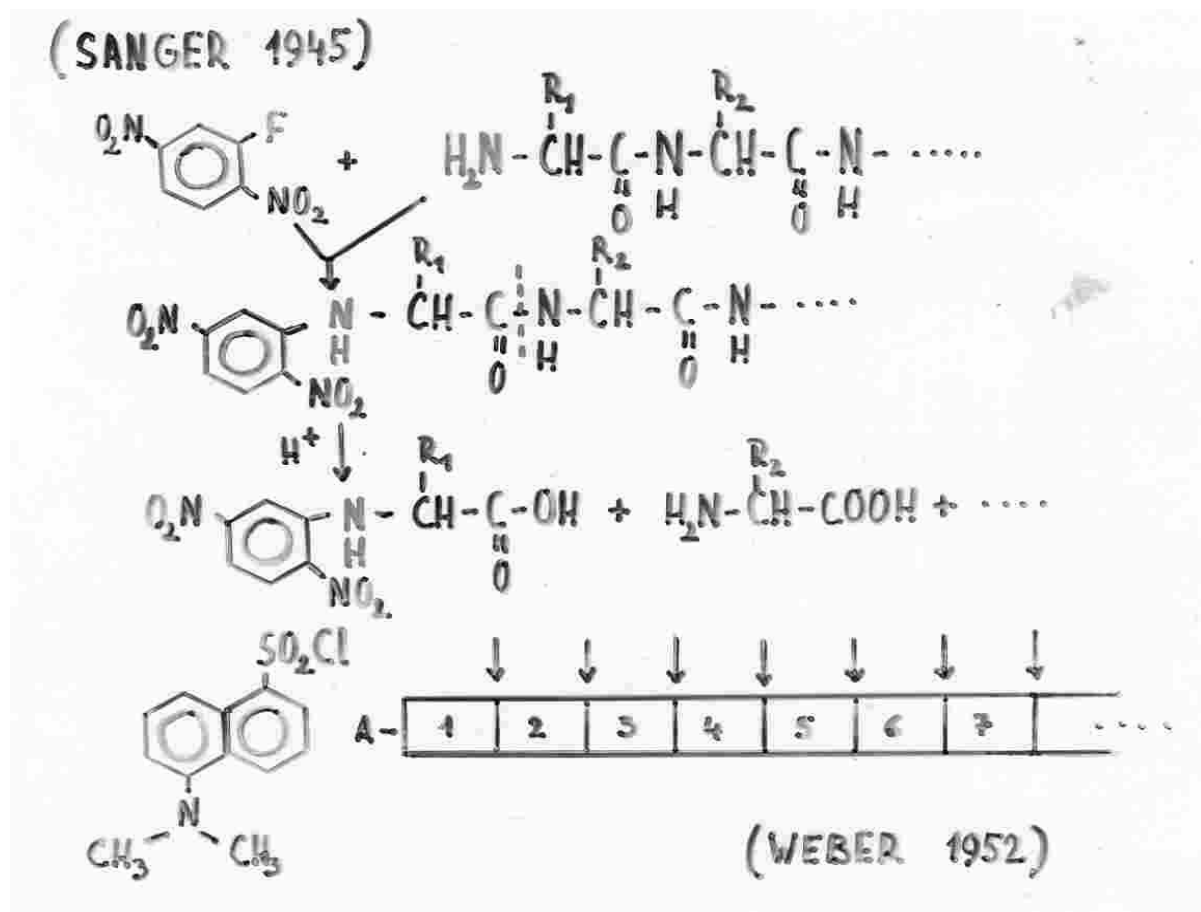
B. Peptidické vazby jsou v trans konfiguraci



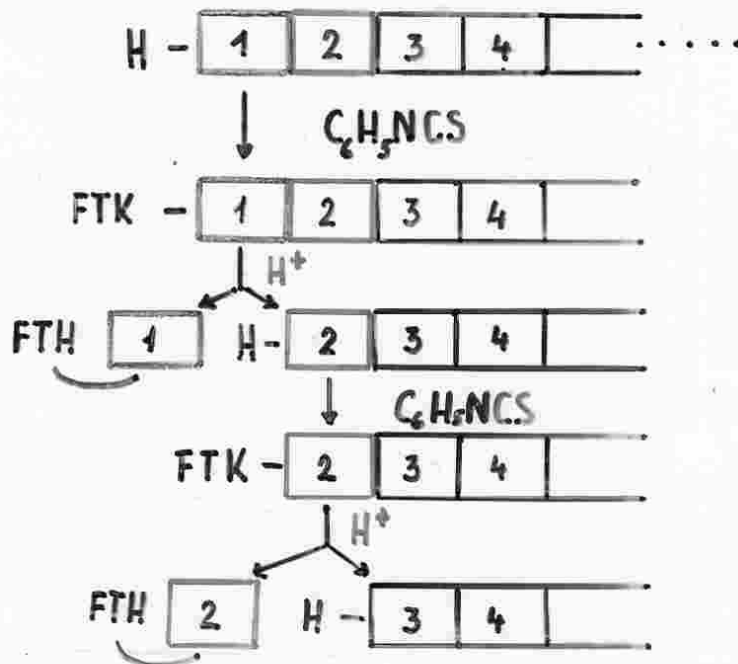
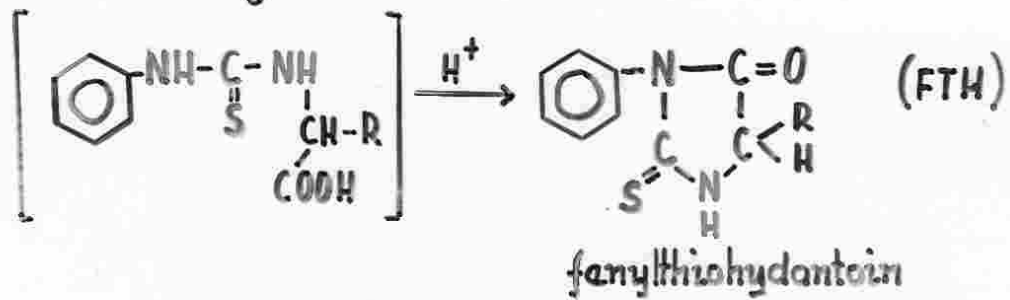
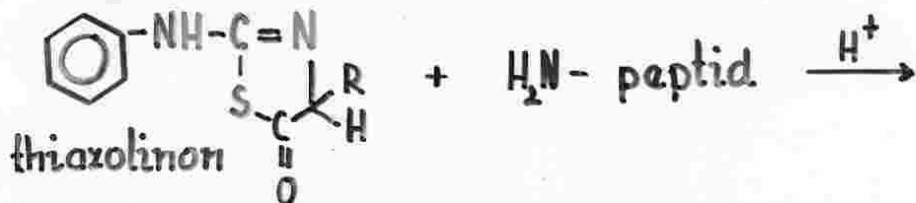
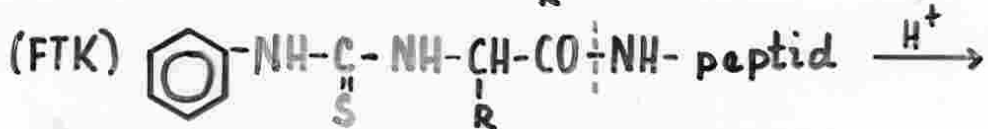
POSTUP PŘI STANOVOVÁNÍ SEKVENCE



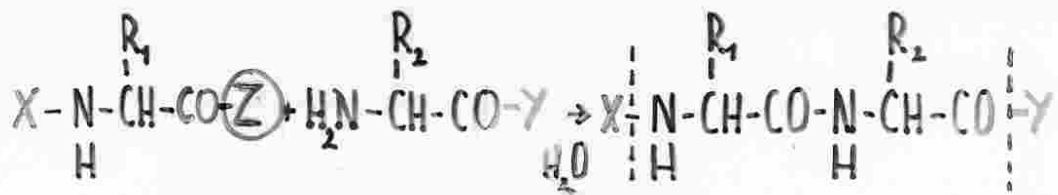
Stanovení koncových AMK (NH₂ konec)



Sekvenování AMK

EDMANNOVA METODA

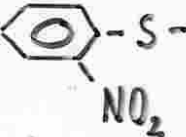
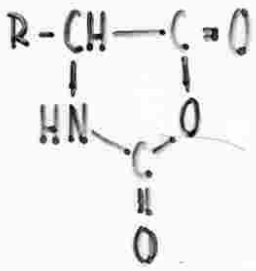
SYNTÉZA PEPTIDŮ



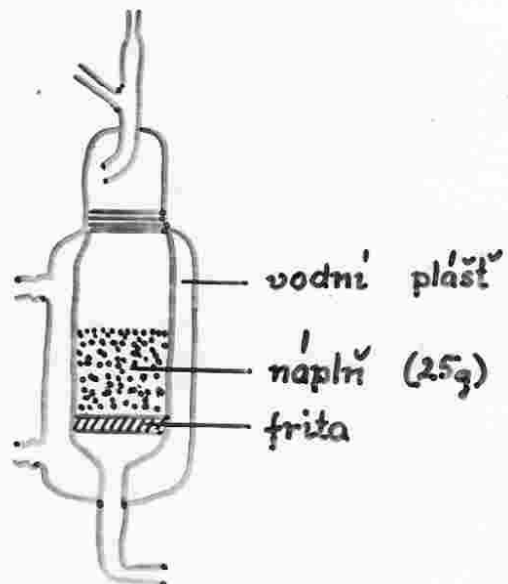
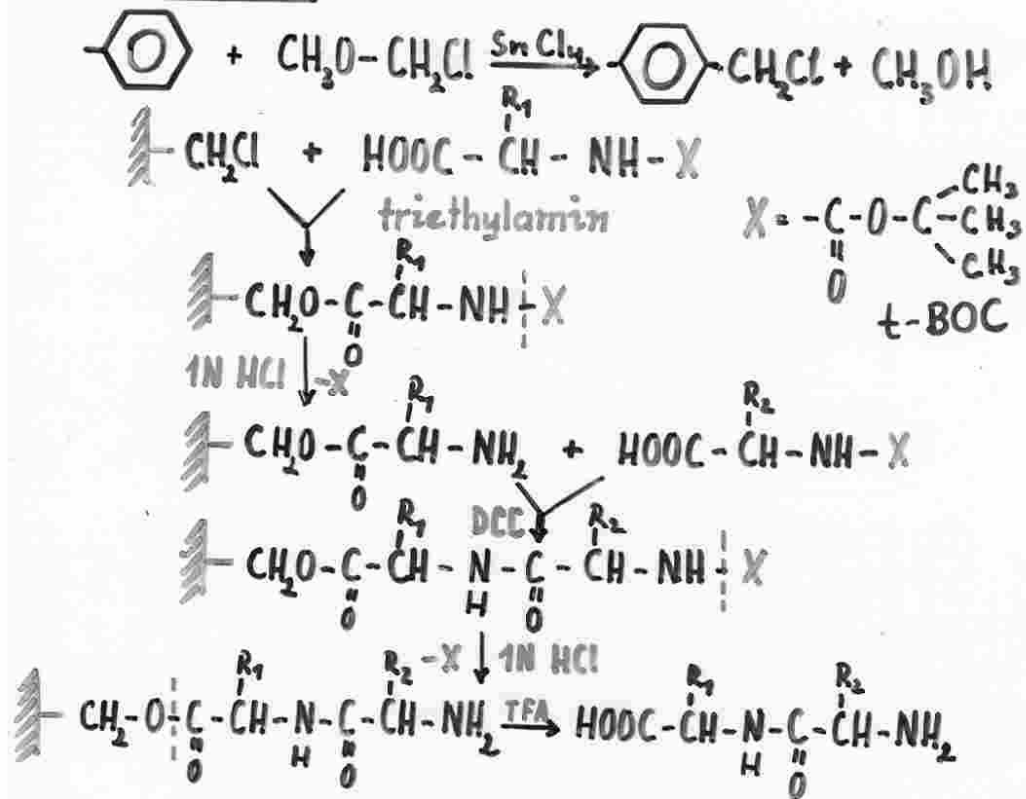
X, Y = chránicí skupiny

Z = aktivace karboxylu: $-\text{Cl}$, $-\text{N}_3$, $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$

PŘEHLED CHRÁNICÍCH SKUPIN DLE KLESÁJÍCÍ STABILITY

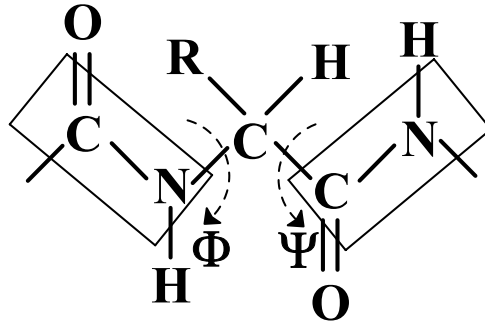
X		Y
$\text{CH}_3-\langle\text{O}\rangle-\text{SO}_2-$	Du Vigneaud	$-\text{OCH}_3$, $-\text{OC}_2\text{H}_5$
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}-$ (subst. urethan)	Bergmann 1932	$-\text{OCH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ $-\text{OC}(\text{CH}_3)_3$
$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{C}-\text{O}-\text{CO}-$		
		
		
		Merck 1966

MERRIFIELD 1965

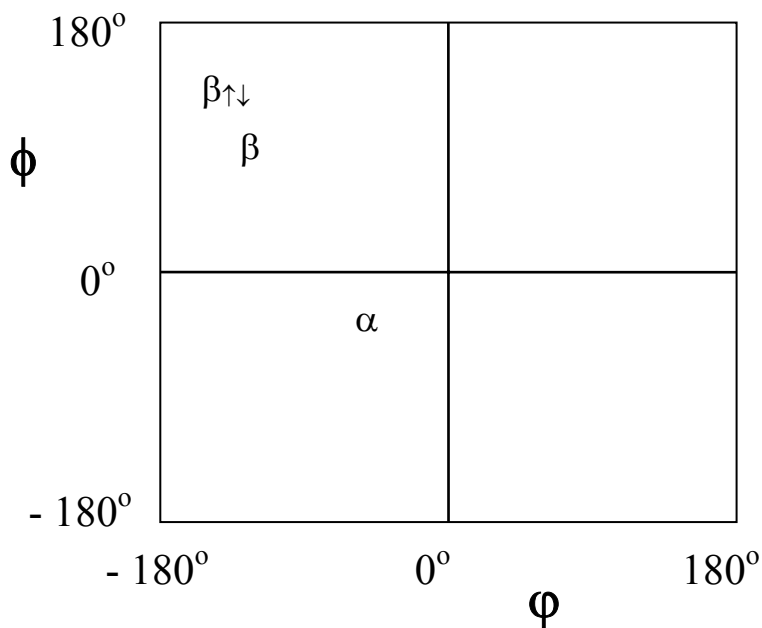


C. Peptidické vazby ležící v rovině mohou svírat určité torzní uhly

ϕ, ψ



Ramachandruv diagram stability sekundárních struktur bílkovin



D. Řetězec musí umožňovat maximální počet vodíkových vazeb mezi peptidickými vazbami

Typy sekundárních struktur :**A. Pravidelné - helikální struktury - α helix (-56, -47)**

- β struktury - skládaný list - paralelní (-139, +135) a
antiparalelní (-119, +113)

B. Ohybové - β ohyb**C. Nepravidelné****Terciální struktura**

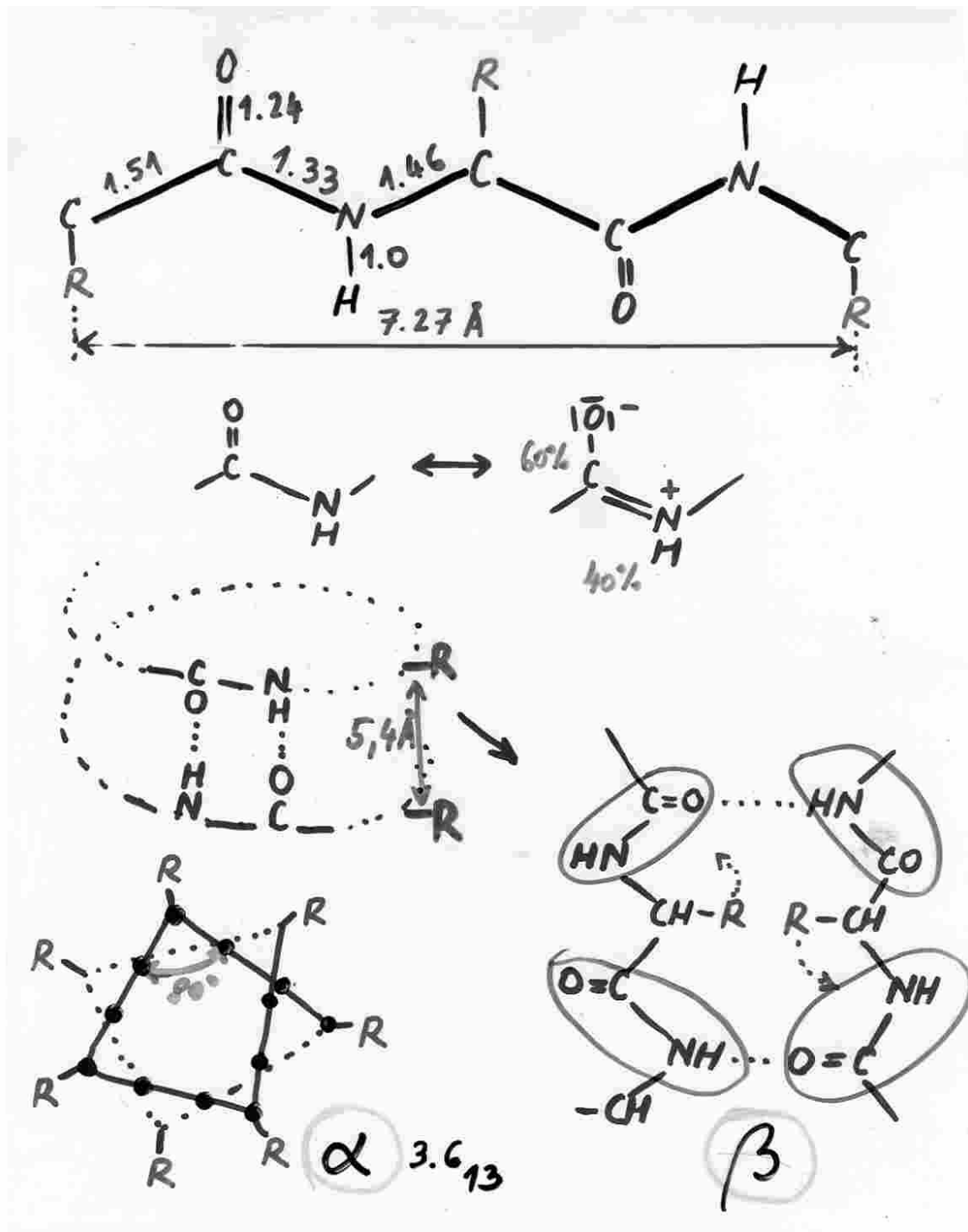
1. Iontové interakce
2. Dipolové interakce
3. Vodíkové můstky
4. Hydrofobní interakce
5. Bisulfidické můstky

Strukturní motivy - domény**Kvarterní struktura****Podjednotkové složení - nekovalentní spojení - vodíkové můstky**

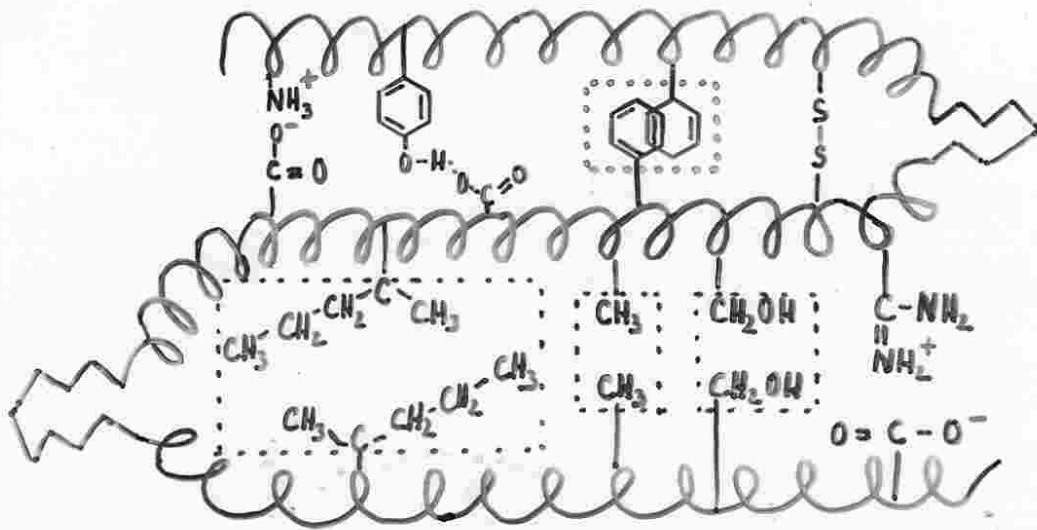
- kovalentní spojení - bisulfidické můstky

Stanovení podjednotkového složení - SDS PAGE

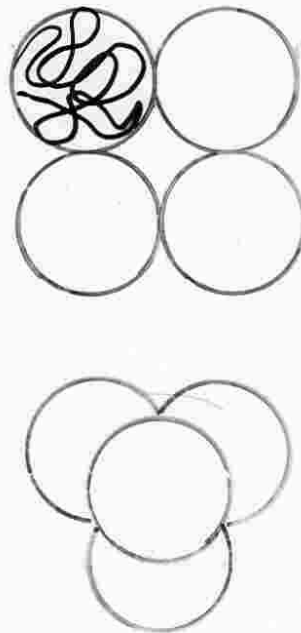
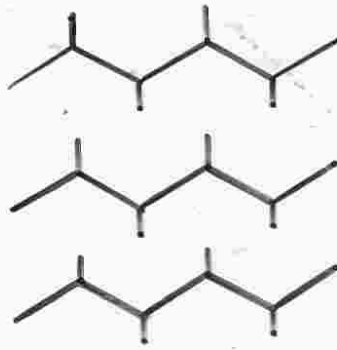
PRAVIDELNÉ SEKUNDÁRNÍ STRUKTURY



TERCIARNI STRUKTURA (Anfinsen) 1957



KVARTERNÍ STRUKTURY:



Studium konformace bílkovin

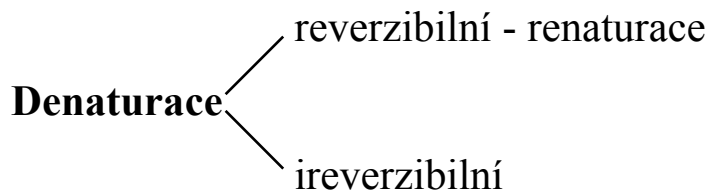
RTG difrakce - studium krystalů - BRAGG 1913

NMR - dvoj- a trojrozměrné - studium roztoků - posledních 15.let

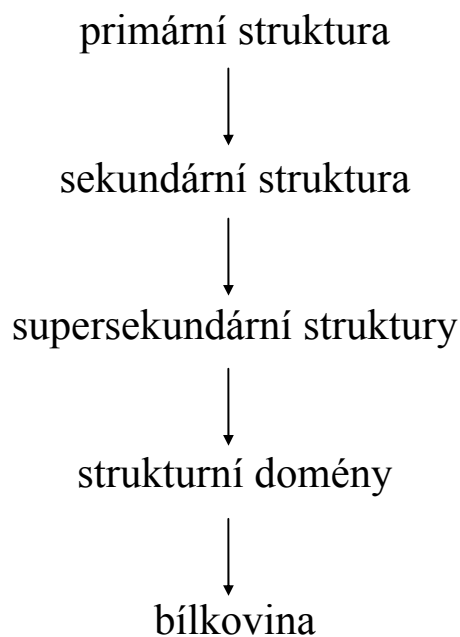
Stabilita konformace

Denaturace - fyzikální faktory - T, záření, tlak,

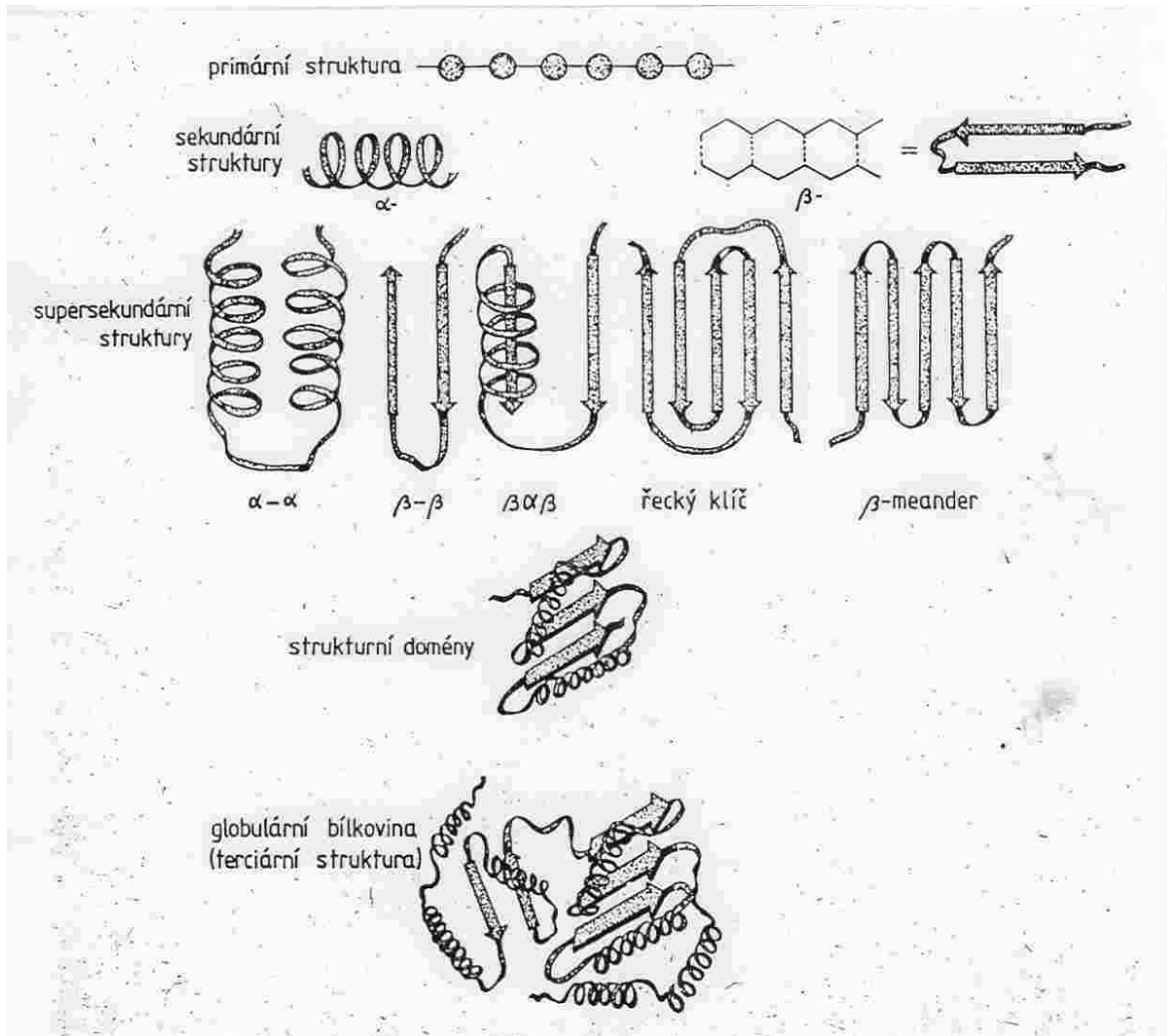
- chemické faktory - pH, organická rozpouštědla,
detergenty, těžké kovy, močovina,




Vznik prostorové struktury - skládání, svinutí - „FOLDING“



POSTUP SKLÁDÁNÍ BÍLKOVIN



Izolace bílkovin

1. **Účel**  výzkum - studium struktury, studium biologické aktivity
průmyslové použití - farmakologie, čisticí prostředky,

2. Volba vstupního materiálu

3. Extrakce

4. Purifikace

Srážecí metody - srážení neutrálními solemi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

- srážení organickými rozpouštědly
- pH srážení

Chromatografie - ionexová

- hydrofobní
- gelová permeační
- afinitní

Elektromigrační metody - elektroforéza nativní nebo SDS

- izoelektrická fokusace

5. **Charakterizace** - stanovení pI, MW, UV VIS spektra, CD spektra, fluorescenční spektra, AMK analýza a sekvenace, krystalizace - RTG analýza, NMR spektra

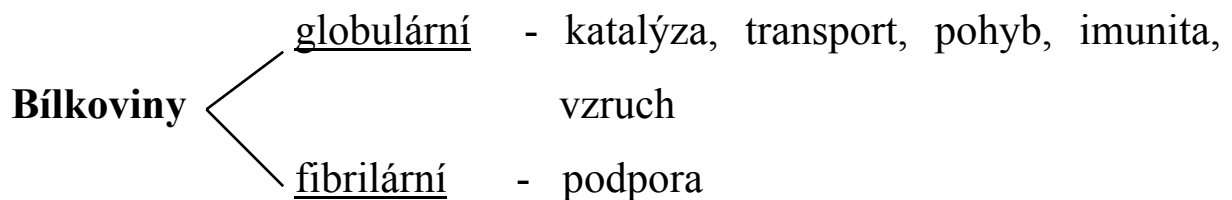
Rozdělení bílkovin

Podle celkového tvaru molekuly

A. Vláknité - fibrilární bílkoviny - SKLEROPROTEINY

kolagen, $\alpha + \beta$ keratin, elastin

B. Kulovité - globulární bílkoviny - SFEROPROTEINY



Podle chemického složení

A. Jednoduché

B. Složené \Rightarrow **prosthetická skupina + apoprotein**

Fosfoproteiny - H_3PO_4

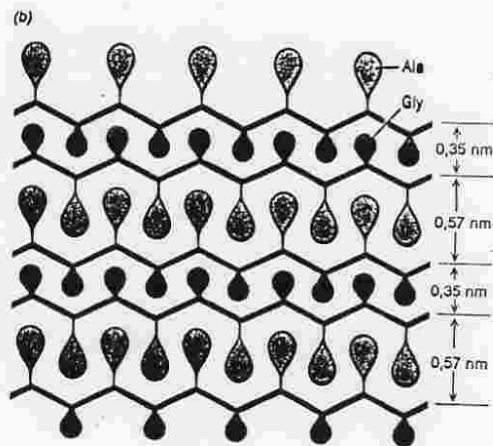
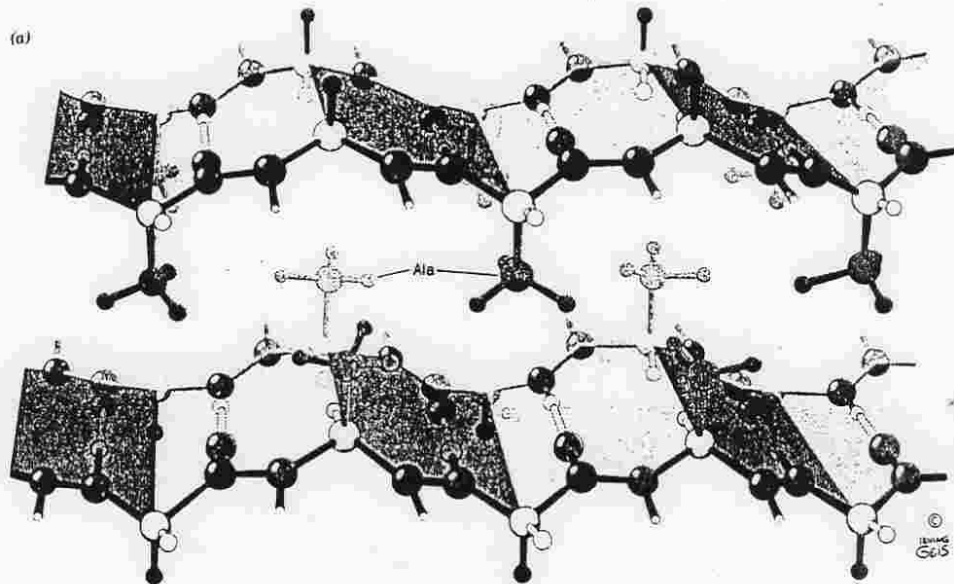
Glykoproteiny - cukry

Metaloproteiny - kovy

Lipoproteiny - lipidy

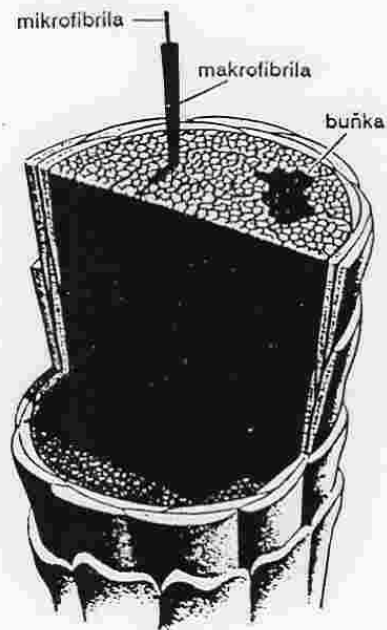
Nukleoproteiny - nukleové kyseliny

Struktura β -keratinu – fibroin z hedvábí

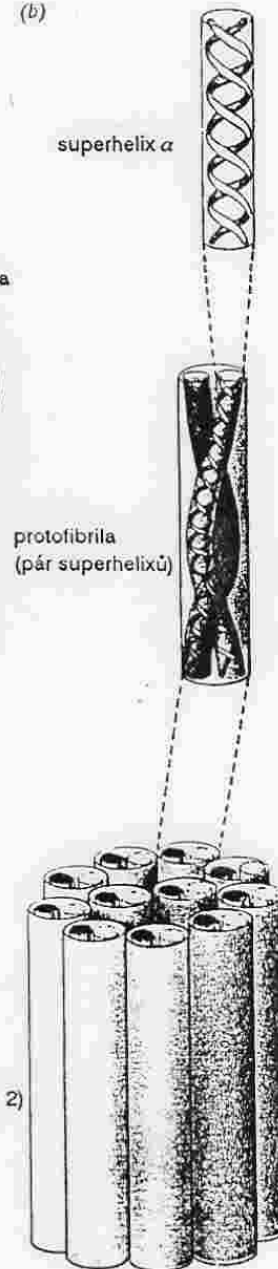


Struktura α -keratinu – lidský vlas

(a)



(b)



NUKLEOVÉ KYSELINY

MISCHER – **nuklein** (1868 – 1869)

Složení :

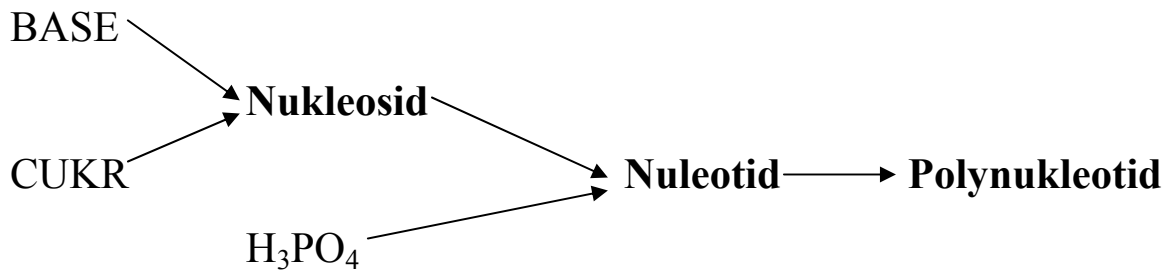
- Dusíkaté báze – purinové, pyrimidinové
- Sacharid – ribosa, deoxyribosa
- H_3PO_4

Funkce :

DNA – nositel genetické informace

- Viry
- Prokaryonta – cytoplazma
- Eukaryonta – jádro, mitochondrie, chloroplasty

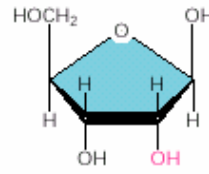
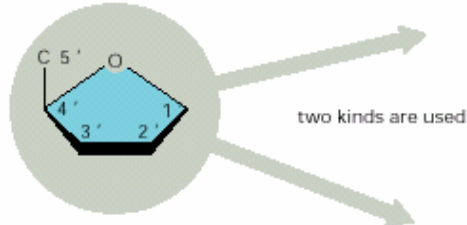
RNA – realizace genetické informace (u RNA virů i nositel genetické informace)



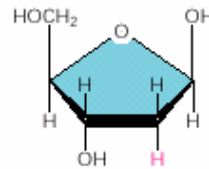
Báze

SUGARS

PENTOSE
a five-carbon sugar



β-D-ribose
used in ribonucleic acid

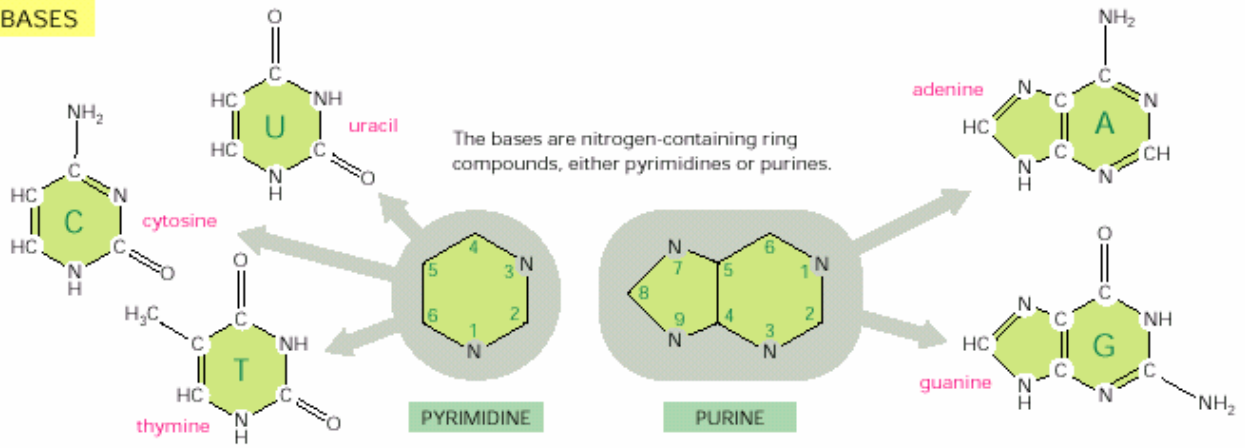


β-D-2-deoxyribose
used in deoxyribonucleic acid

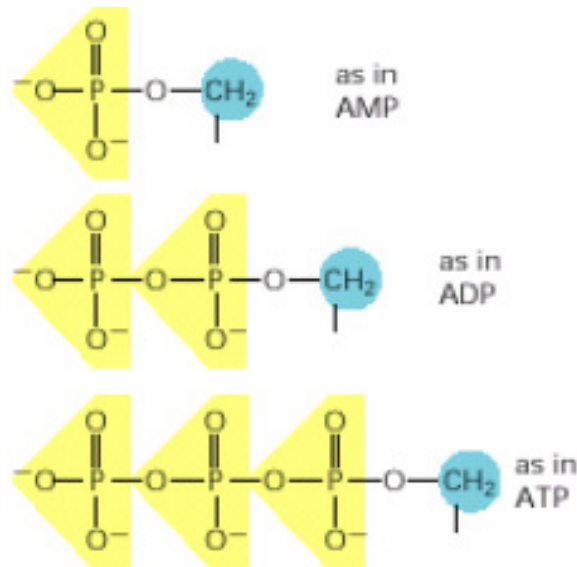
Each numbered carbon on the sugar of a nucleotide is followed by a prime mark; therefore, one speaks of the "5-prime carbon," etc.

Monosacharidy

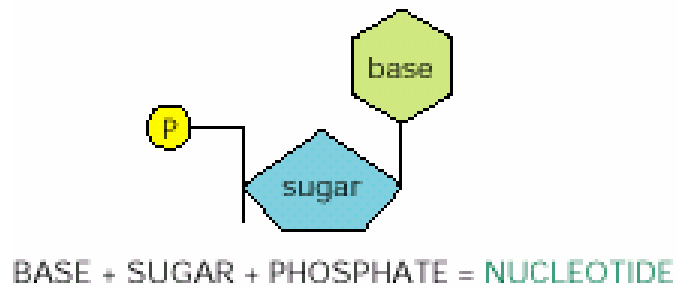
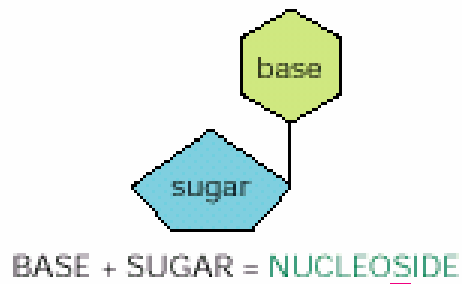
BASES



Kyselina fosforečná

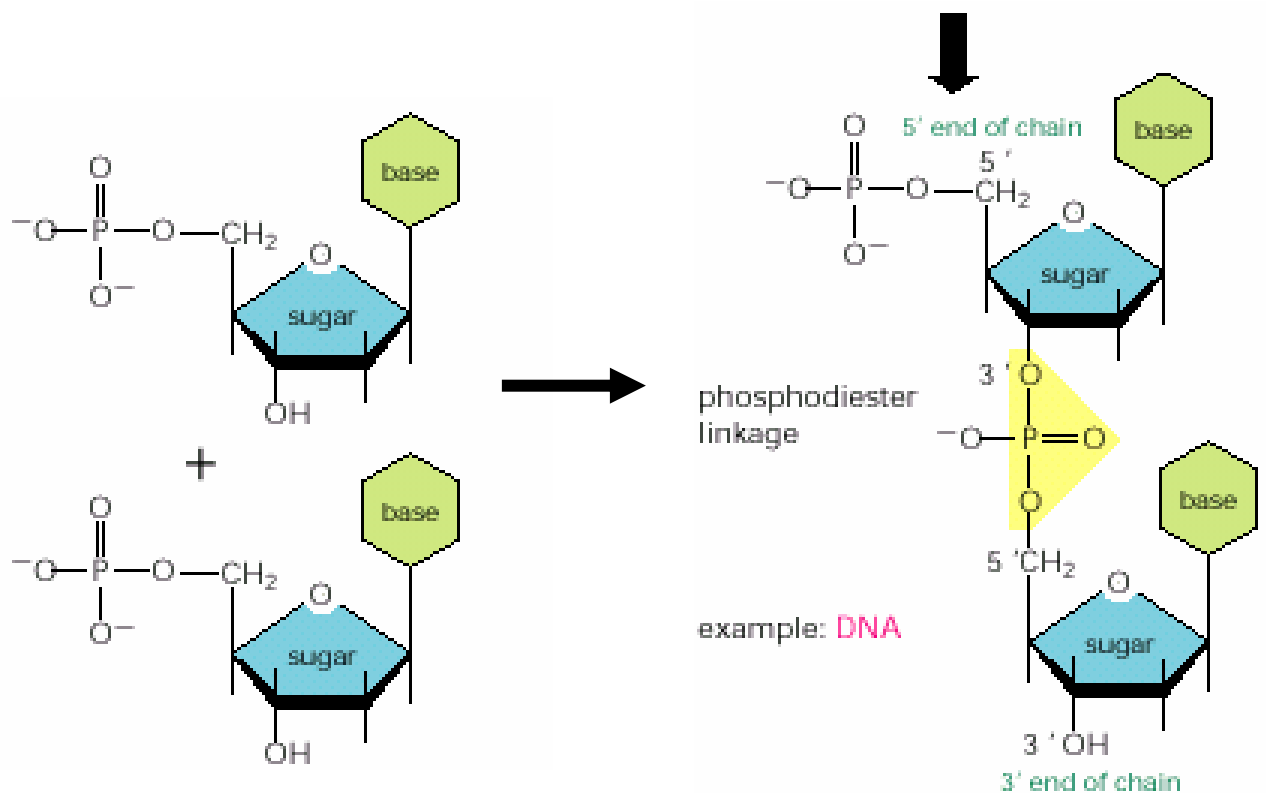


Nukleosid



Nukleotid

Polynukleotid - nukleová kyselina



Struktura a funkce DNA

A,T,G,C + deoxyribosa

Primární struktura – sekvence basí

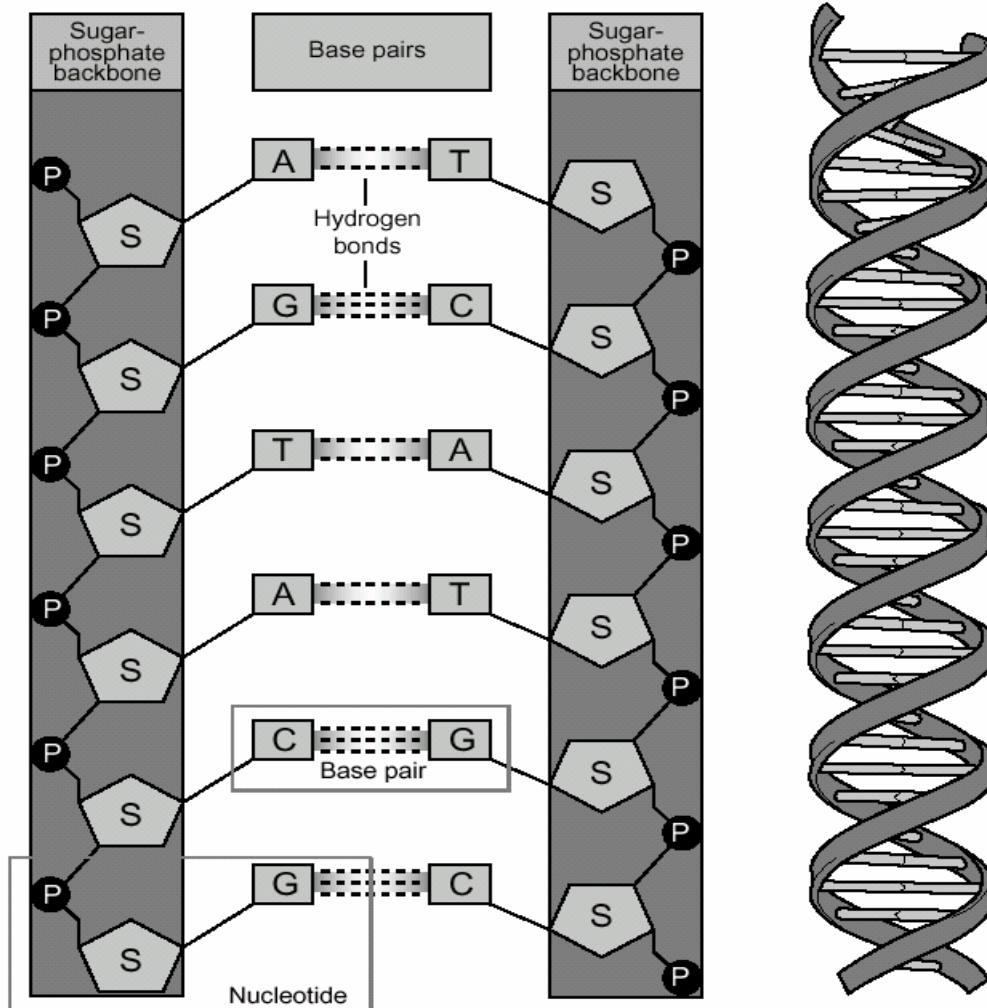
Sekundární struktura – Watson, Crick (1953) – dvojšroubovice

•Chragaffovy pravidla – poměr basí v DNA

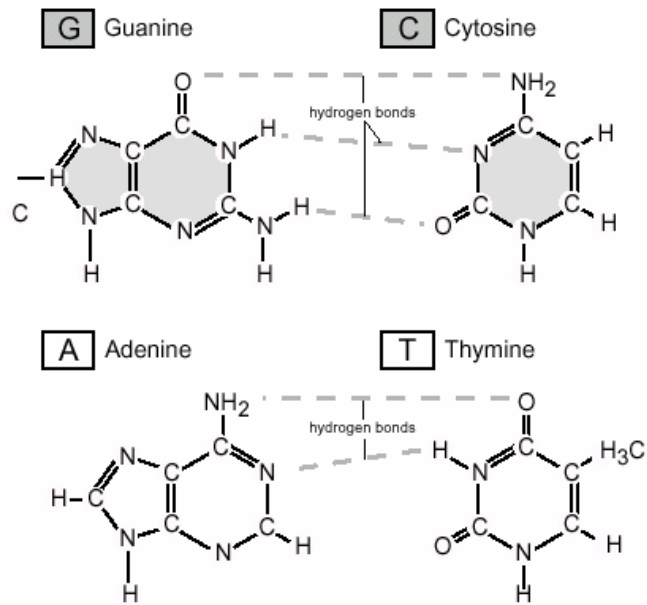
$A+G=T+C$ $A=T$ $G=C$ $A+C=G+T$

•Donohue – báze v tautomerních ketoformách

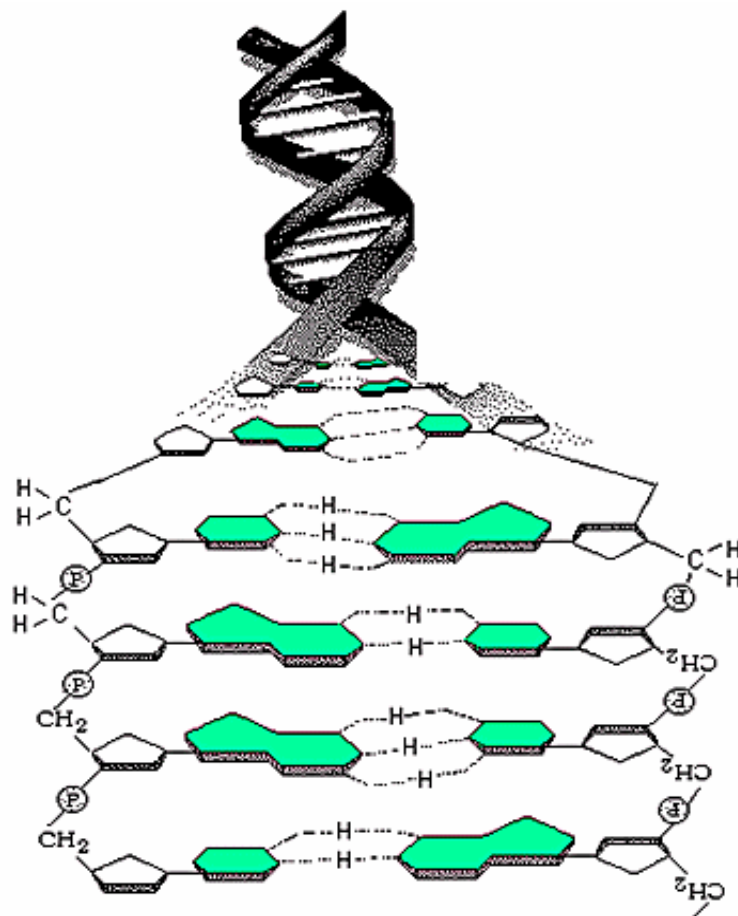
•Franklinová –RTG difrakční analýza



Párování bází



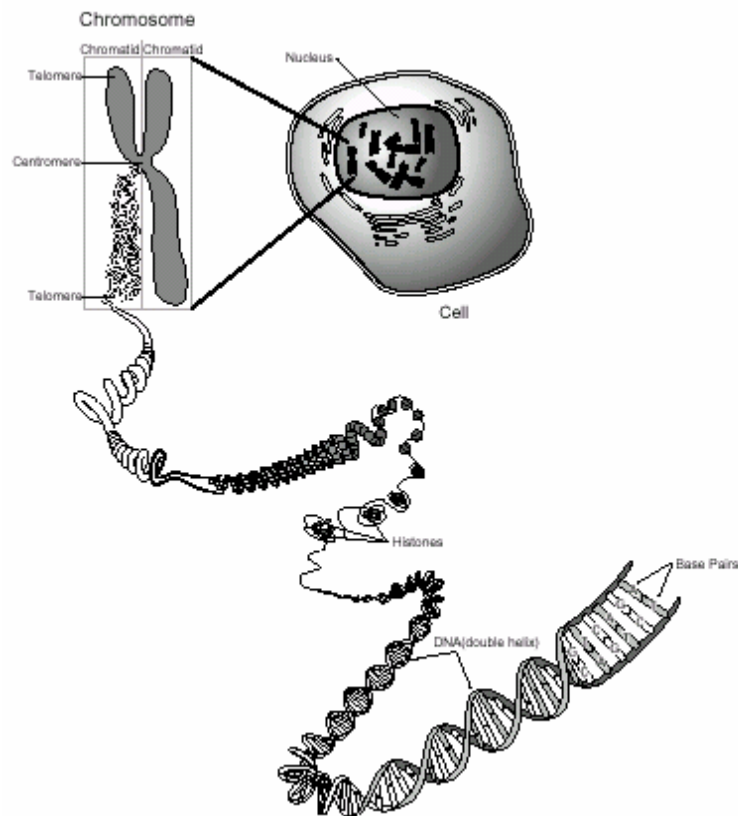
Stabilizující vazby



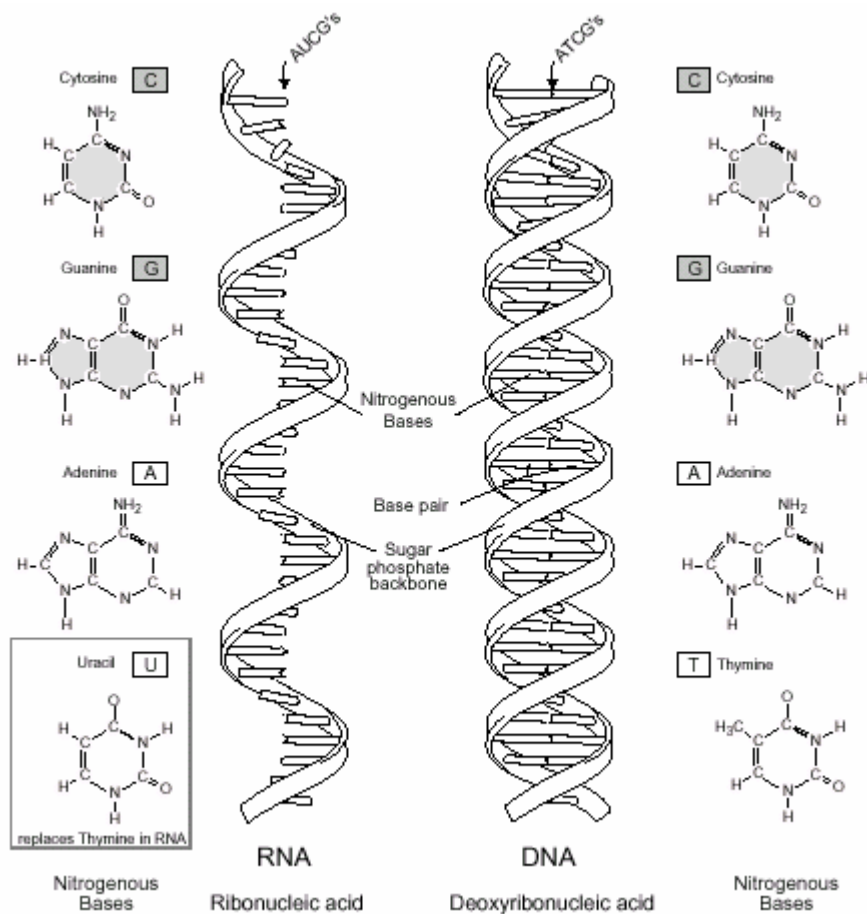
Formy DNA

- B - DNA - nativní 92 % H₂O, Na⁺
pravotočivá - 10 párů bází na závit
- A - DNA - 75 % H₂O, rovina bází 20°
pravotočivá - 11 párů bází na závit
- Z - DNA - d(CGCGCG)
levotočivá - 12 párů bází na závit

Chromosom



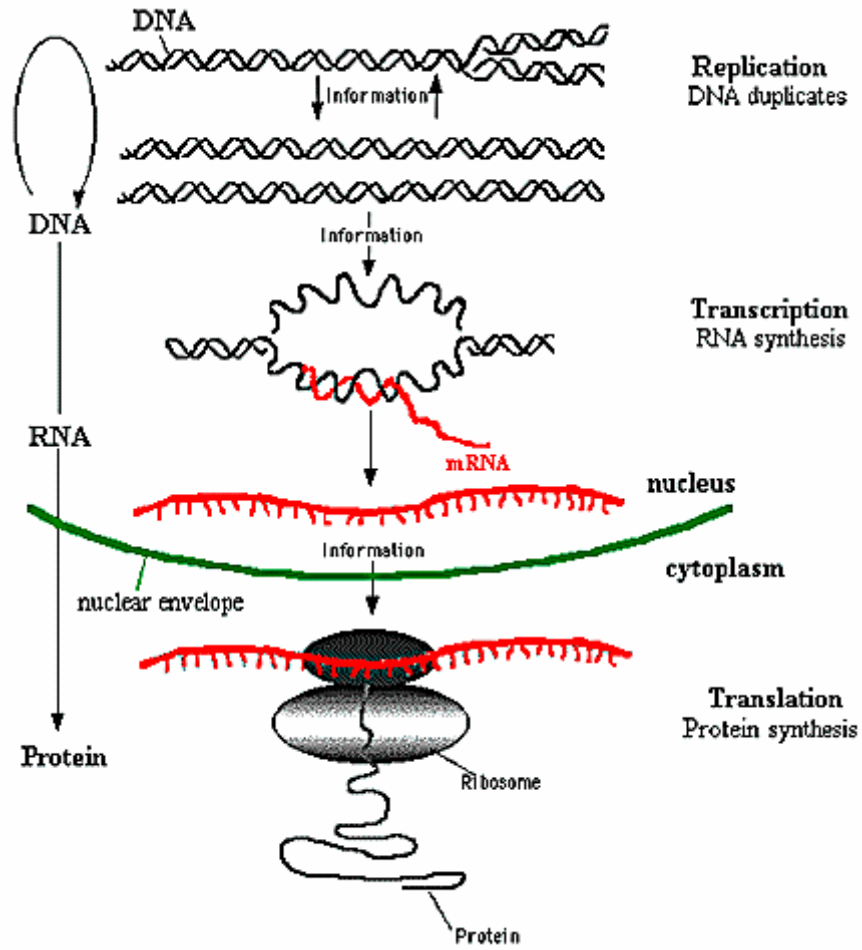
Struktura a funkce RNA



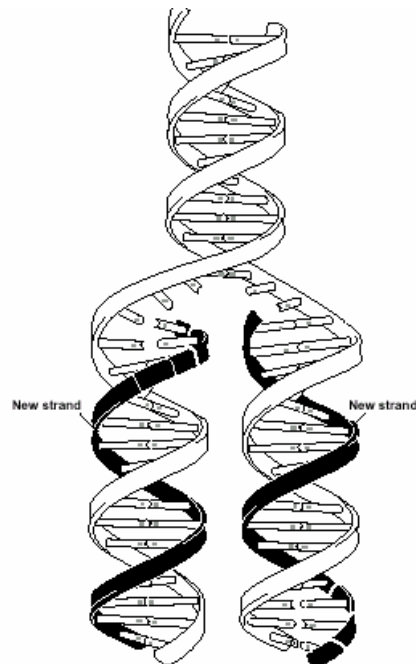
Formy RNA

- mRNA – mediátorová, messenger, informační – 5-10 %
- rRNA – ribosomální – 80 %
- tRNA – transferová, přenosová – 10-15 %
60 tRNA

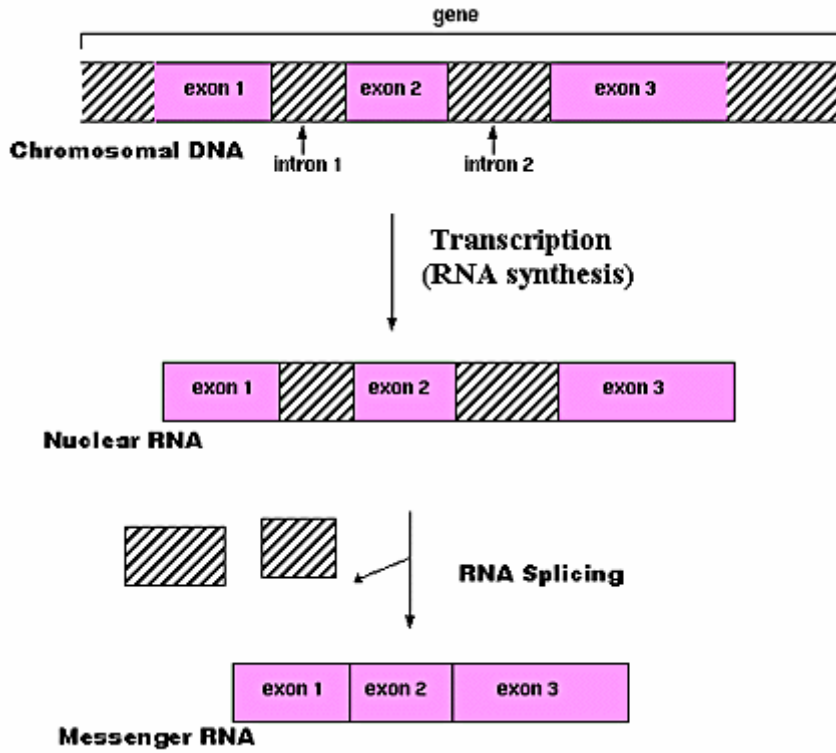
Centrální dogma molekulární biologie



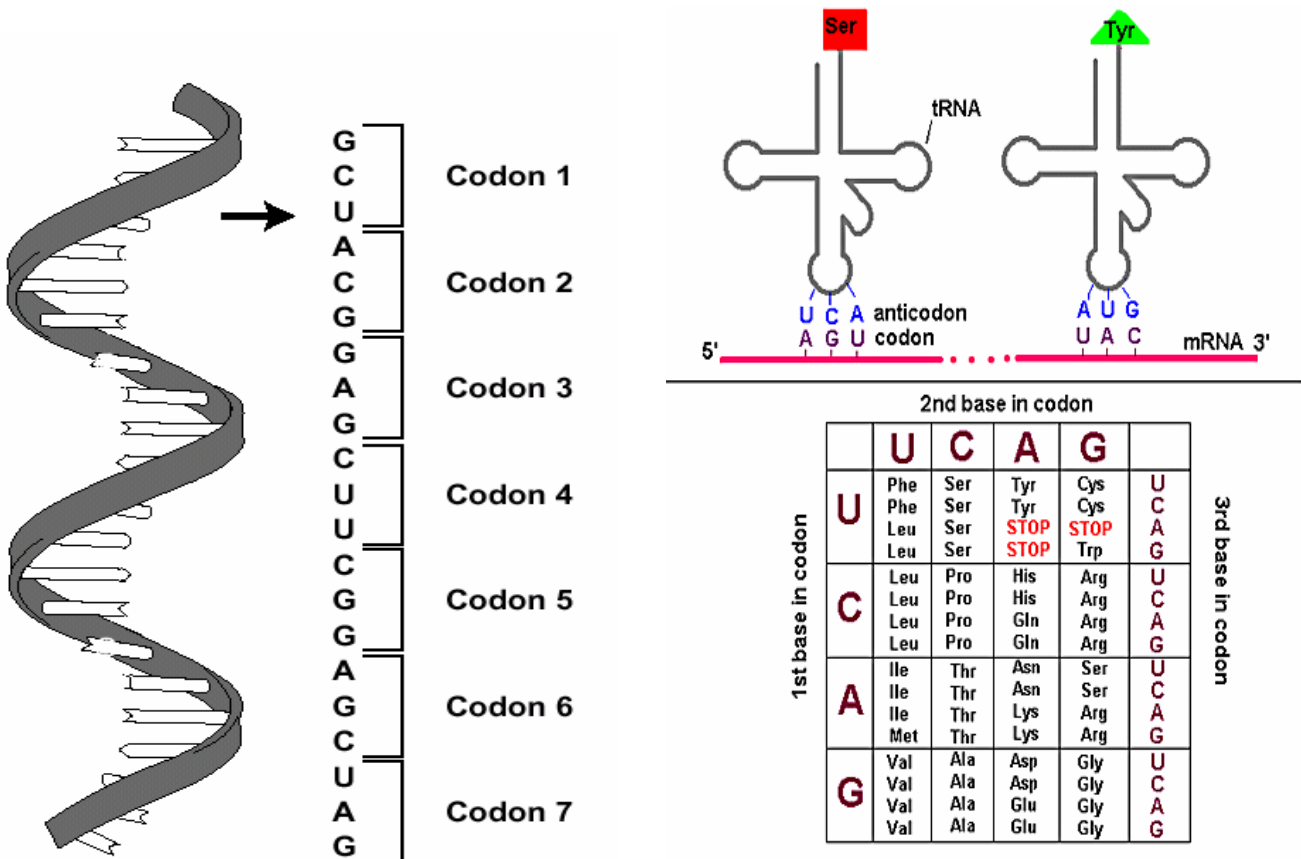
Replikace DNA



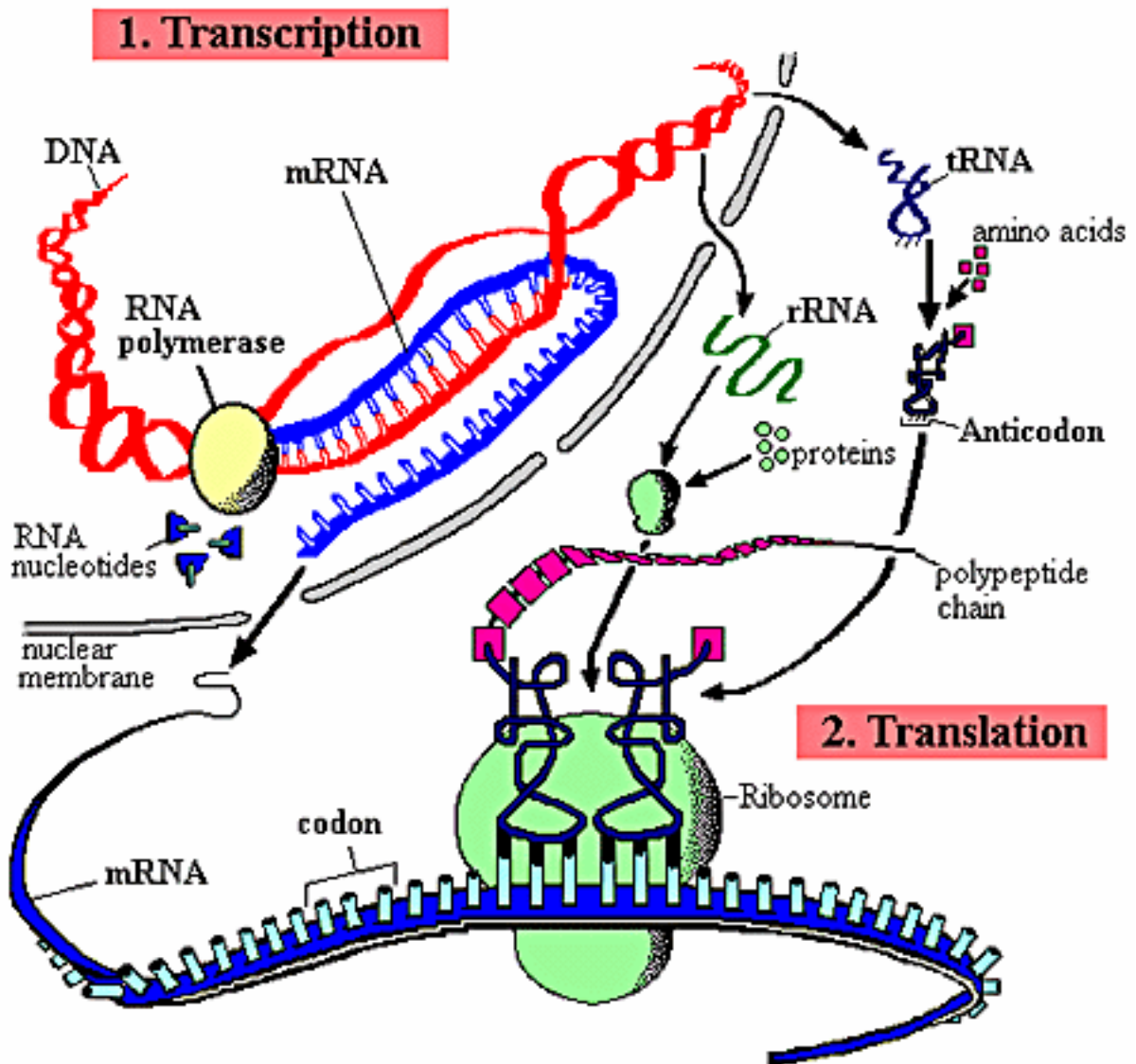
Transkripce



Genetický kód



Syntéza bílkovin

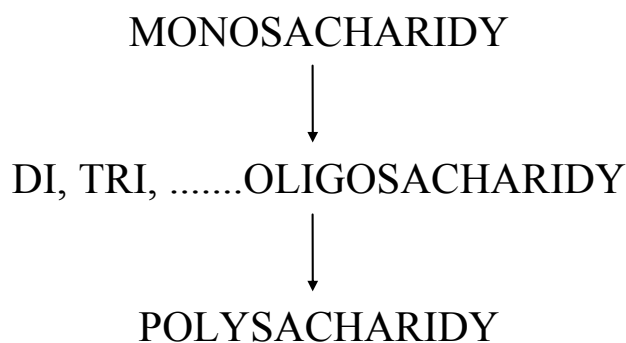


SACHARIDY

Sacharidy - *saccharum* - *cukr*

Synonyma : cukry - glycidy - uhlohydráty *carbohydrates* - $(\text{CH}_2\text{O})_n$

Funkce - zdroj energie
 zásobní látky
 stavební a podpůrná funkce
 složky nukleotidů, koenzymů, glyko-proteinů, -lipidů
 prekurzory aminokyselin, lipidů
 antigenní determinanty buněk



Monosacharidy :

chemicky - polyhydroxyaldehydy
 - polyhydroxyketony

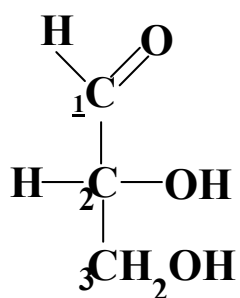
Rozdělení

A. podle povahy karbonylové skupiny

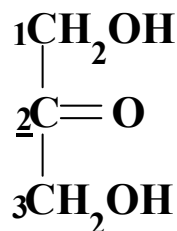
- ALDOSY
- KETOSY

B. podle počtu uhlíkových atomů - **TRIOSY, TETROSY, PENTOSY, HEXOSY, HEPTOSY,**

ALDOHEXOSA



D - glyceraldehyd

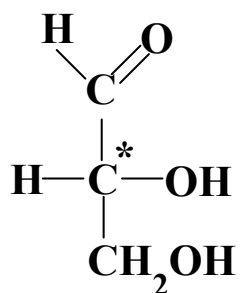


dihydroxyaceton

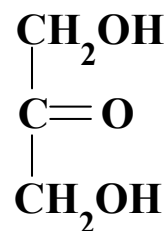
Názvosloví : triviální

aldosa -OSA

ketosa -ULOSA



D - glyceraldehyd



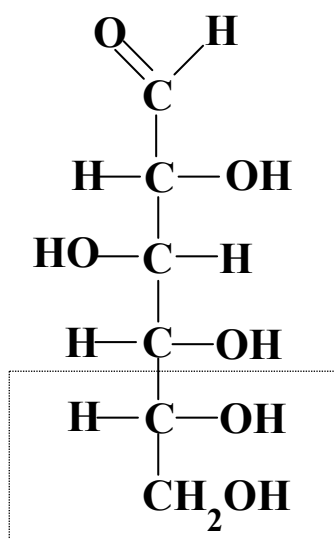
dihydroxyaceton

počet stereoizomerů = 2^x (x = počet C^*)

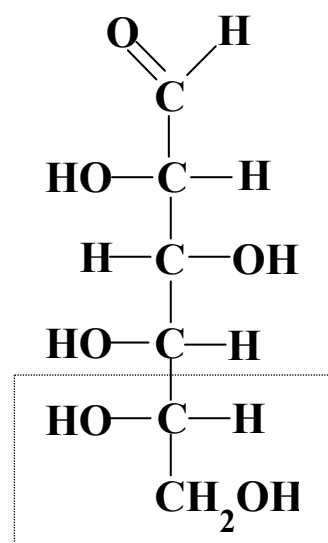
aldosy - $x = n - 2$

ketosy - $x = n - 3$

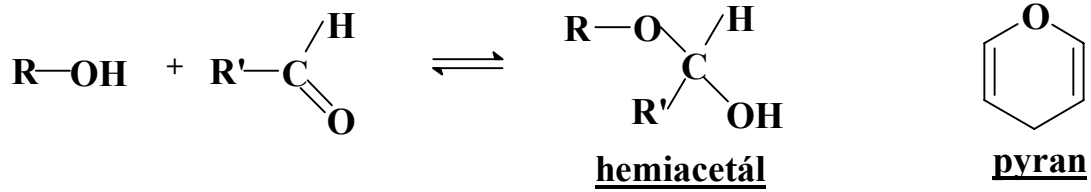
n = počet C atomů



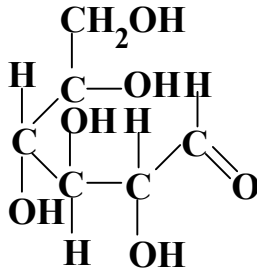
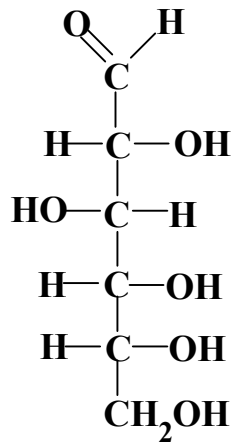
D - glukosa



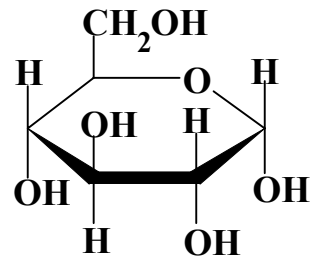
L - glukosa



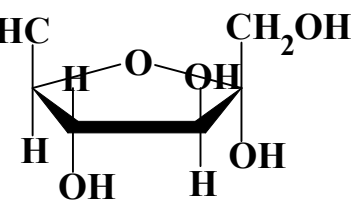
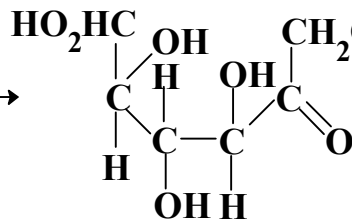
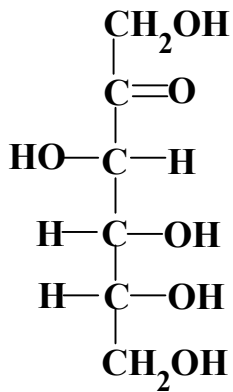
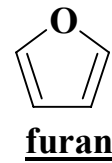
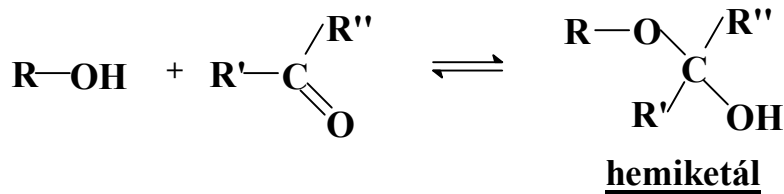
Fischerovy vzorce



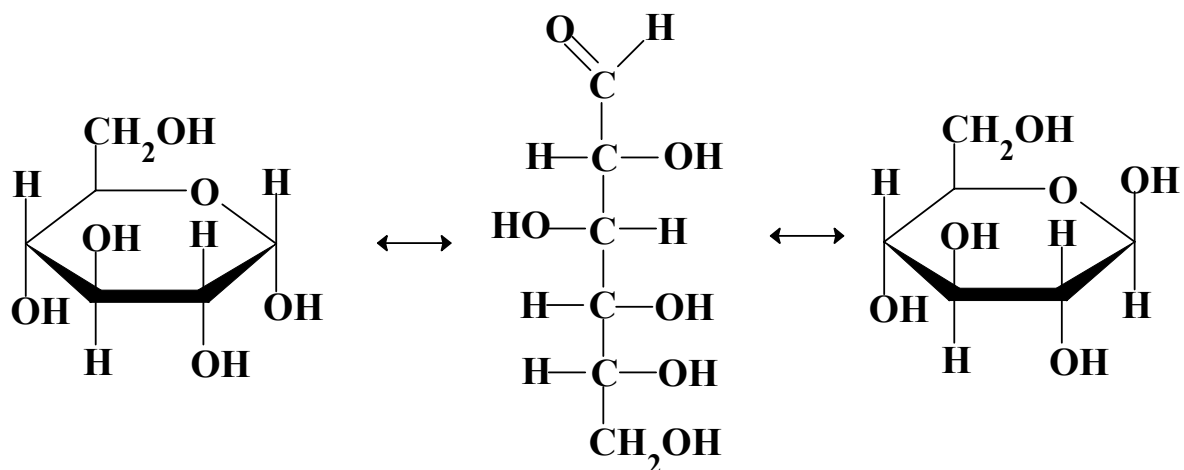
Haworthovy vzorce



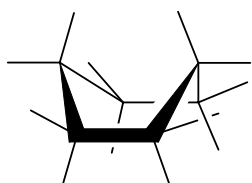
D-glukopyranosa



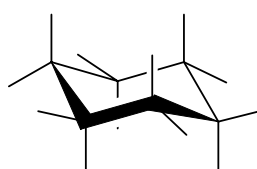
D-fruktofuranosa



α -anomer (63 %) \longleftrightarrow MUTAROTACE \longleftrightarrow β -anomer (36 %)



vaničková



židličková

KONFORMACE

Přehled

Triosy - glyceraldehyd, dihydroxyaceton

Tetrosy - threosa, erythroza

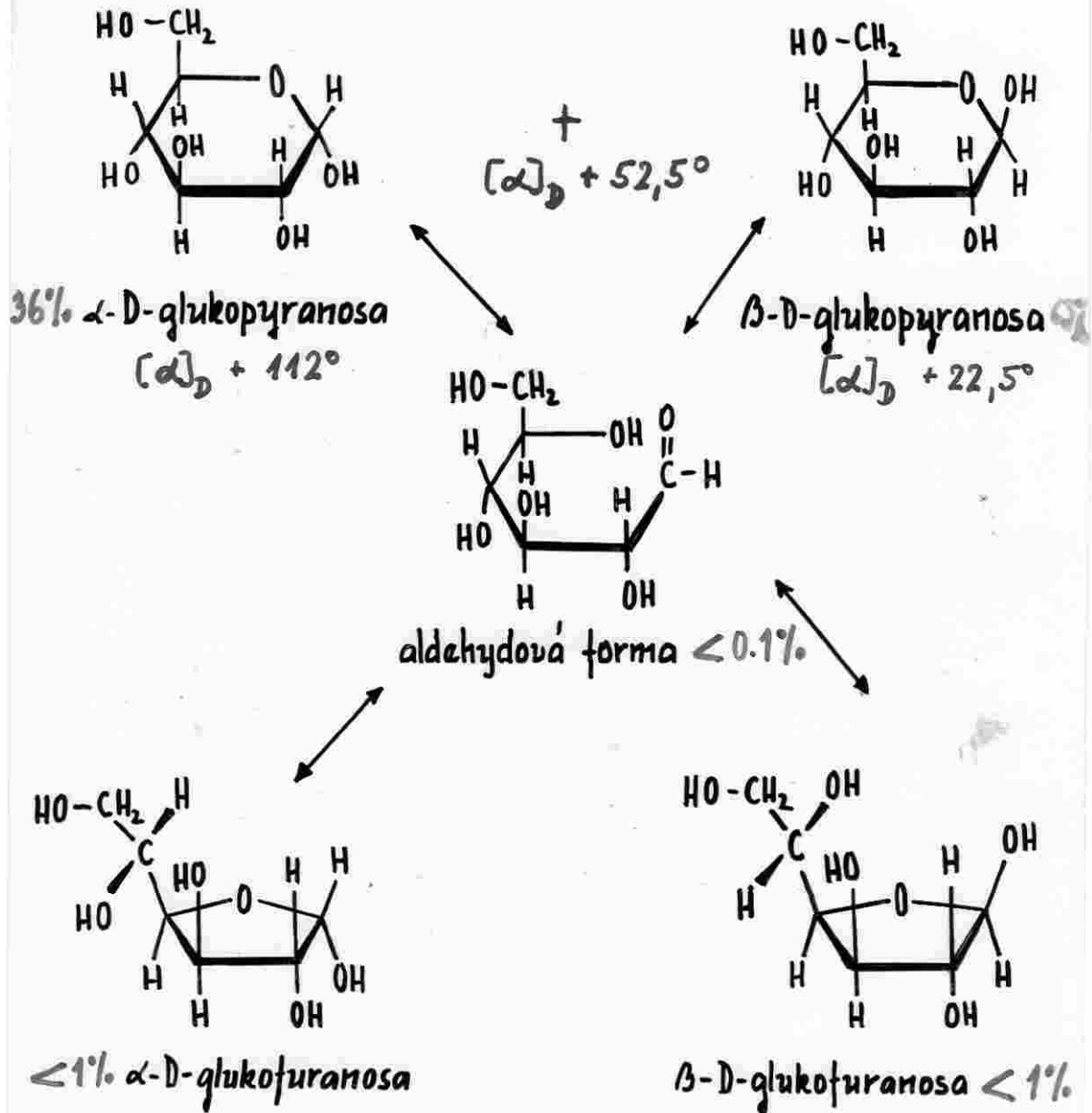
Pentosy - ribosa, deoxyribosa

Hexosy - glukosa, manosa, galaktosa

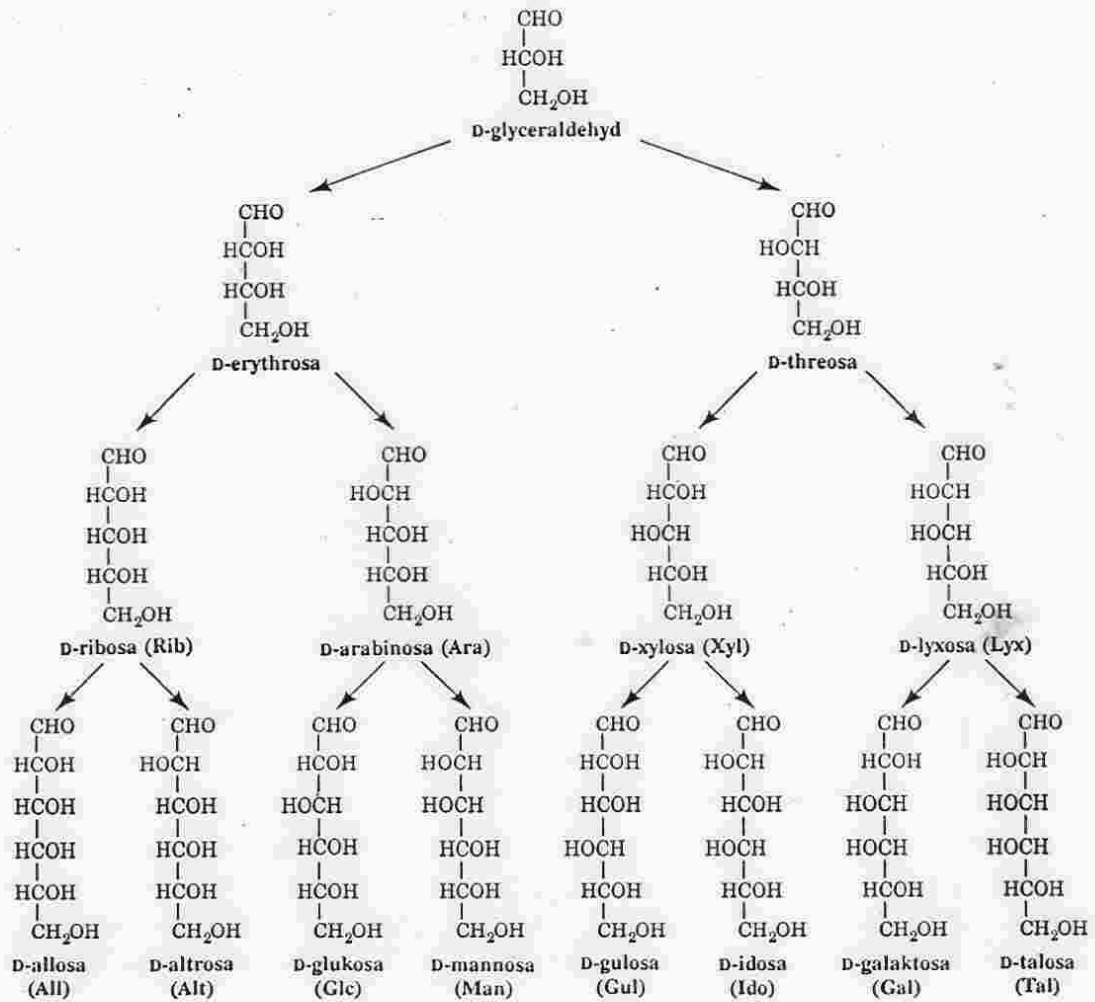
fruktosa

Heptosy - sedoheptulosa

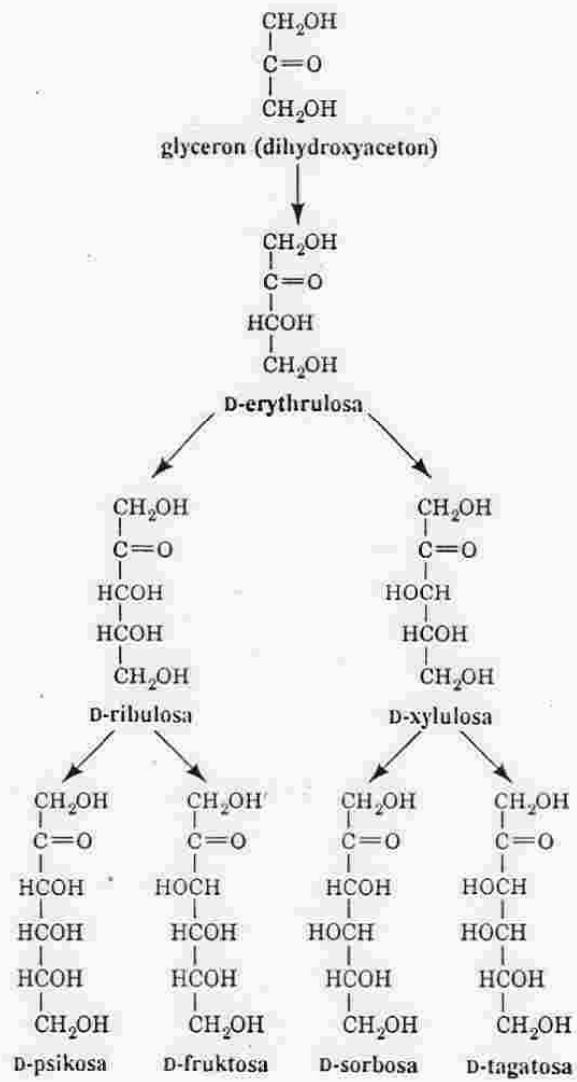
Rovnovážné formy glukosy



ALDOSY



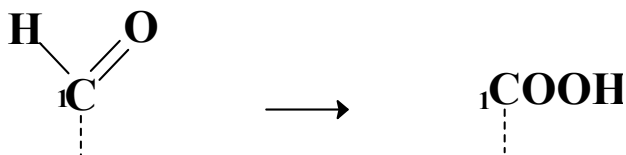
KETOSY



Deriváty monosacharidů

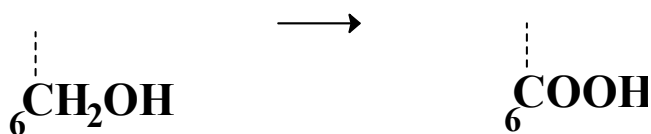
Oxidace :

A. Mírná \Rightarrow aldehydická skupina \rightarrow karboxylovou skupinu



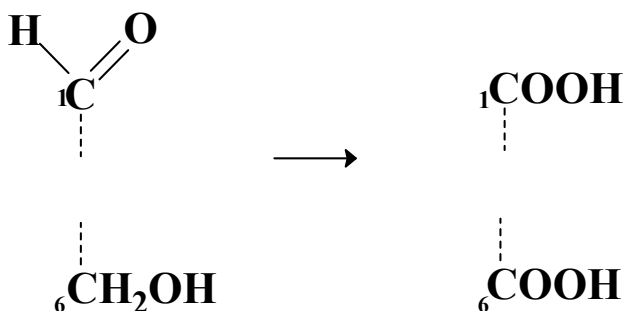
ALDONOVÉ KYSELINY - glukosa \rightarrow k. glukonová

B. Specifická \Rightarrow primární OH skupina \rightarrow karboxylovou skupinu



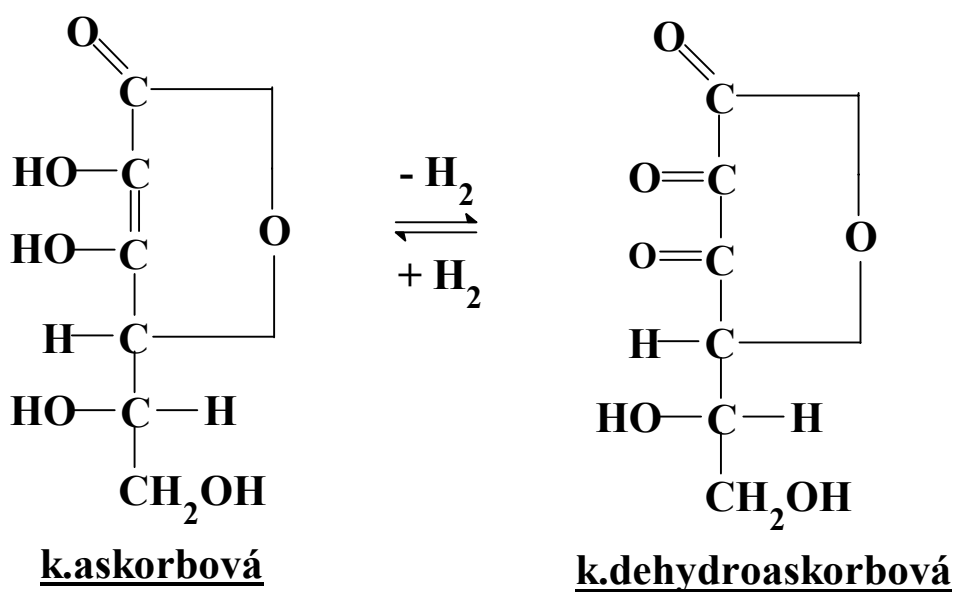
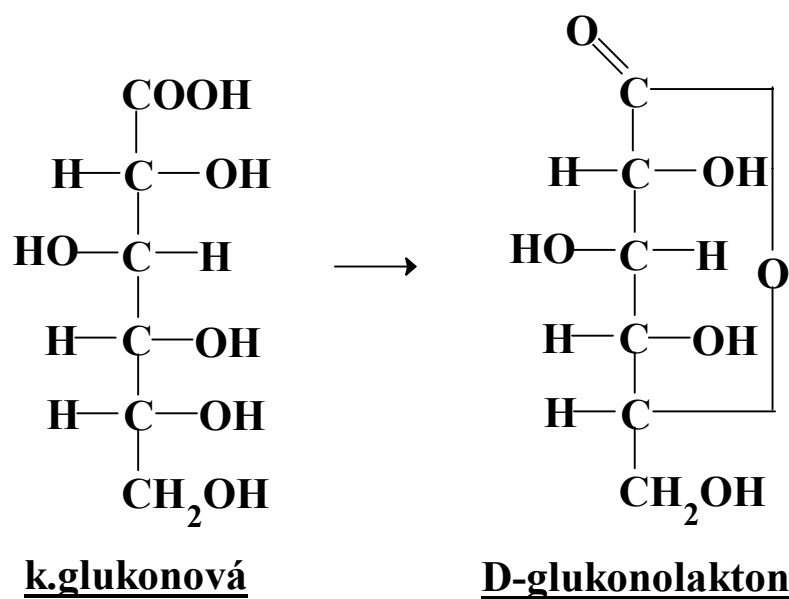
URONOVÉ KYSELINY - glukosa \rightarrow k. glukuronová

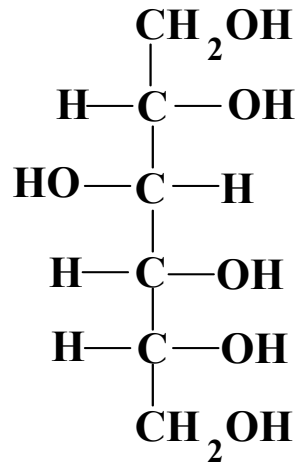
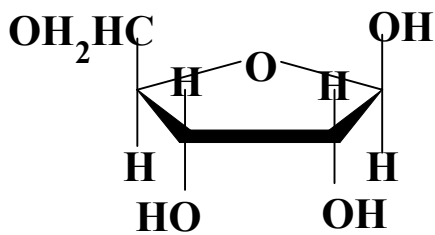
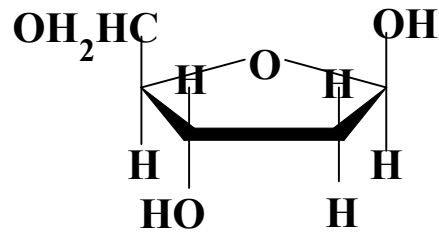
C. Silná \Rightarrow aldehydická skupina + primární OH skupina

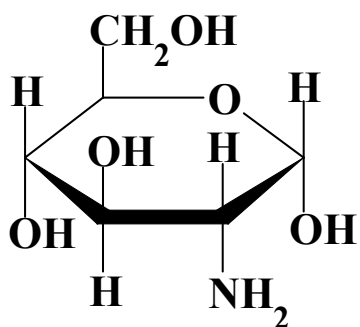
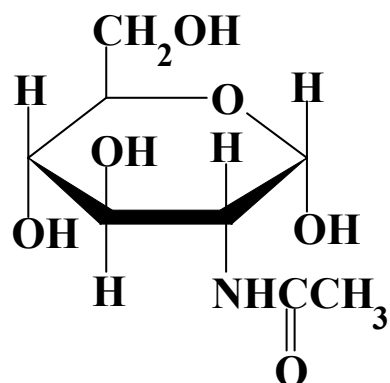
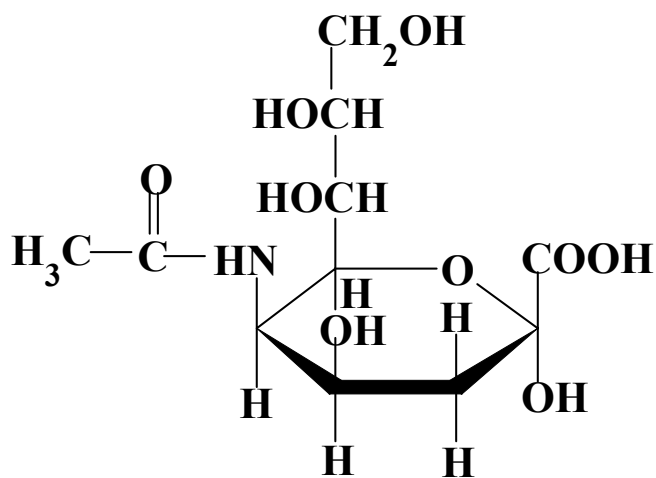


ALDAROVÉ KYSELINY - glukosa \rightarrow k. glukarová

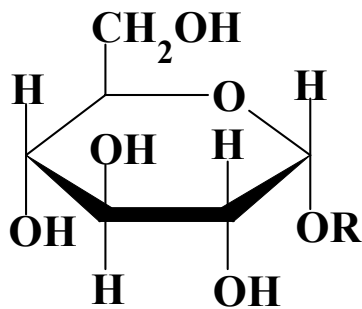
Tvorba laktonů u aldonových a uronových kyselin



Redukce :mírná \Rightarrow karbonylová skupina \rightarrow hydroxy skupinu**POLYHYDROXYALKOHOLY - ALDITOLY -itol****GLUCITOL - SORBITOL****Deoxycukry - OH skupina nahrazena H****RIBOSA****DEOXYRIBOSA**

Aminocukry - OH skupina nahrazena NH₂ skupinouGLUKOSAMINN-ACETYLGLUKOSAMINSialové kyseliny - kondenzace N-acetylmanosaminu + pyruvátuK. SIALOVÁ

Glykosidy :



O-glukosid

glykosidická vazba - OR, SR, NR - specificky štěpí glykosidasy

Glykosidy $\left\{ \begin{array}{l} \text{homoglykosidy - složen ze sacharidů} \\ \text{heteroglykosidy - sacharid + aglykon (genin)} \end{array} \right.$

Glykosidy $\left\{ \begin{array}{l} \text{galaktosid} \\ \text{glukosid} \\ \text{ribosid} \end{array} \right.$

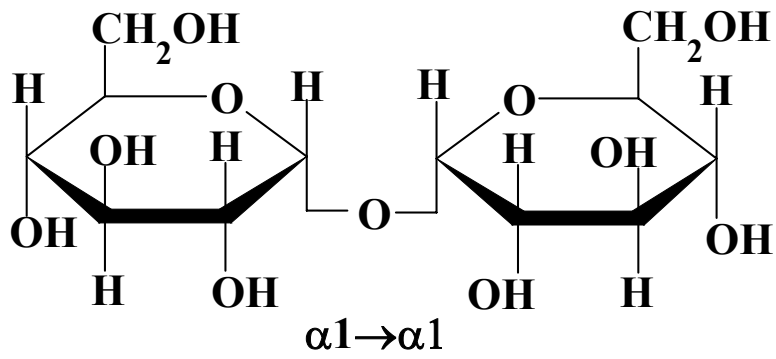
Disacharidy :

A. Neredukující - trehalosový typ - yl - id

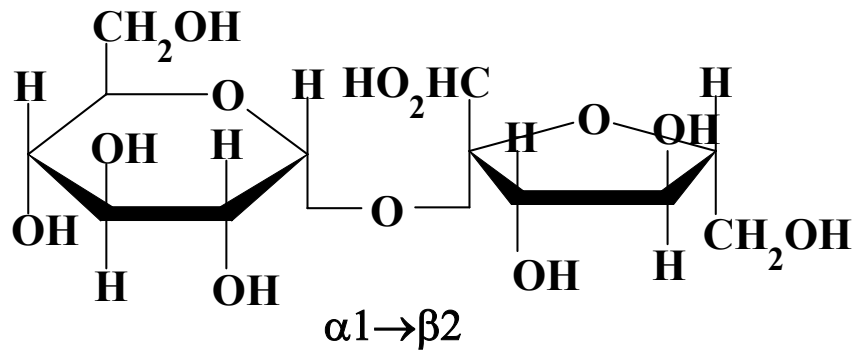
O - α -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 1) - α - D - glukopyranosid

B. Redukující - maltosový typ - yl - osa

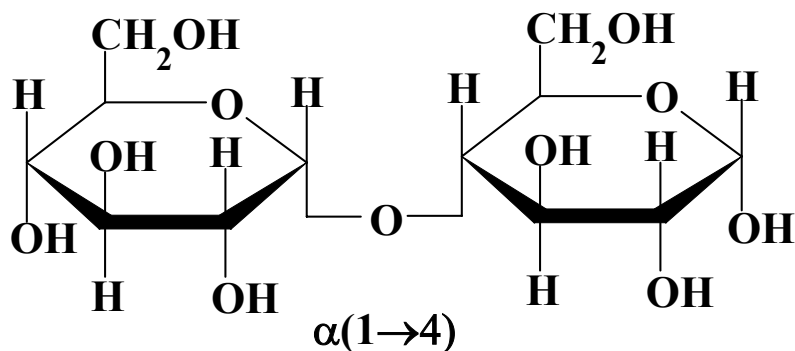
O - α -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 4) - α - D - glukopyranosa

**TREHALOSA**

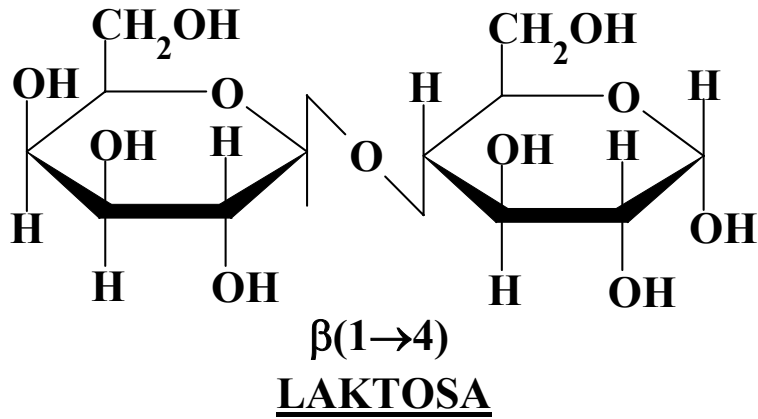
O - α -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 1) - α -D - glukopyranosid

**SACHAROSA**

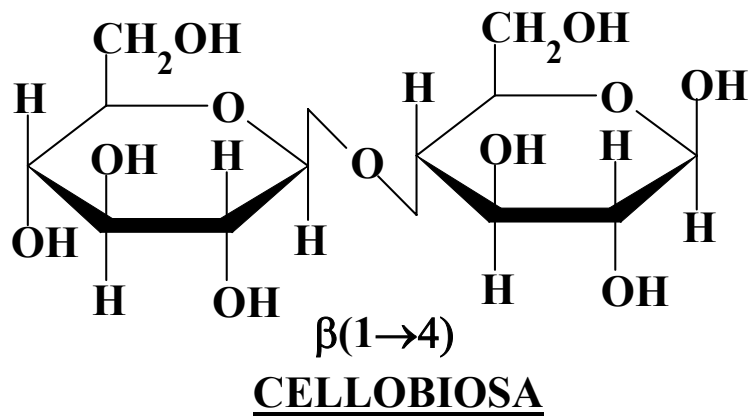
O - α -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 2) - β - D - fruktofuranosid

**MALTOSA**

O - α -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 4) - α -D - glukopyranosa



O - β -D - galaktopyranosyl (1 \rightarrow 4) - β -D - glukopyranosa



O - β -D - glukopyranosyl (1 \rightarrow 4) - β -D - glukopyranosa

Polysacharidy :

Polysacharidy { homopolysacharidy
heteropolysacharidy

Funkce - stavební
- zásobní

HOMOPOLYSACHARIDY

Stavební homopolysacharidy :

CELULOZA - glukosa (celobiosa)

CHITIN - N-acetylglukosamin

AGAROSA - galaktosa + 3, 6 - anhydrogalaktosa

PEKTINY - galakturonová kyselina

Zásobní homopolysacharidy :

ŠKROB - amylosa - glukosa - α (1→4) - 20 %

(40 - 150 000 MW)

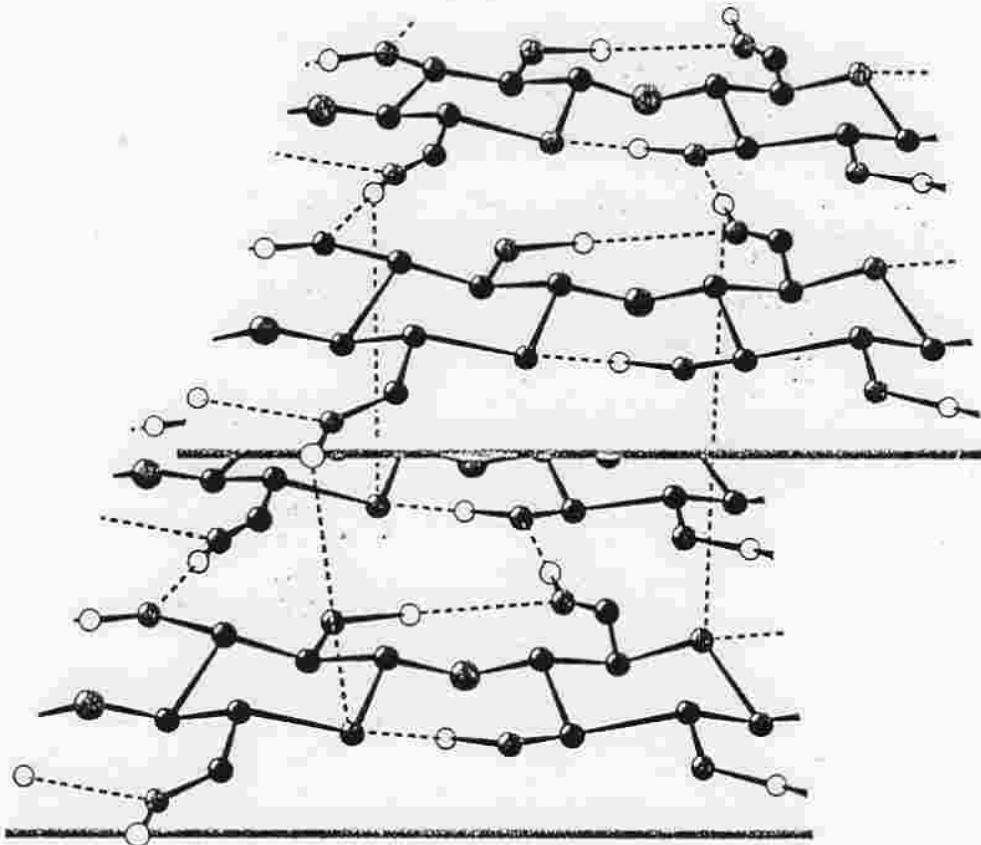
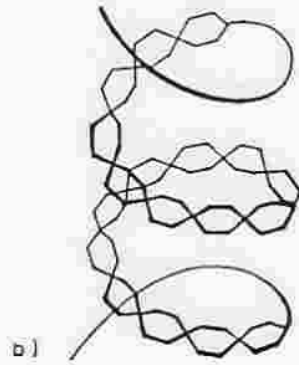
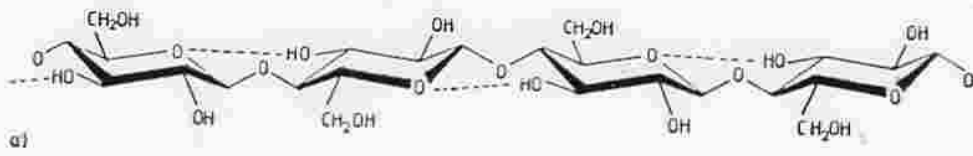
amylopektin - glukosa - α (1→4) + α (1→6) - 80 %

(50 000 MW)

GLYKOGEN - glukosa - α (1→4) + α (1→6)

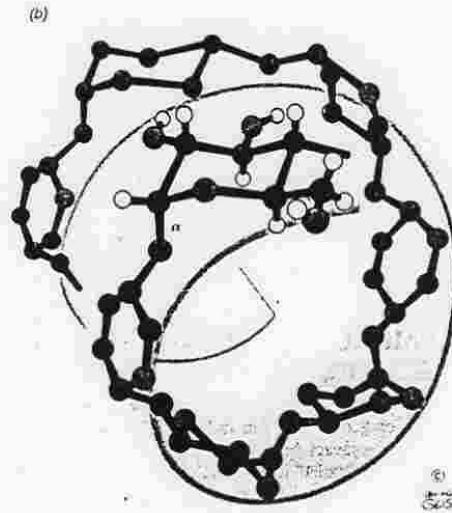
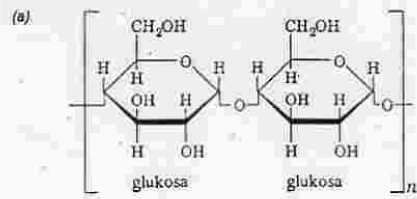
DEXTRAN - glukosa - α (1→6) + α (1→4) + α (1→3)

INULIN - fruktosa β (1→)

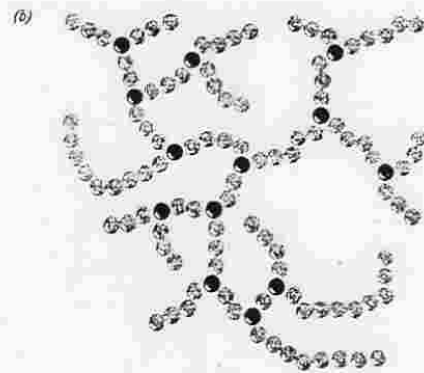
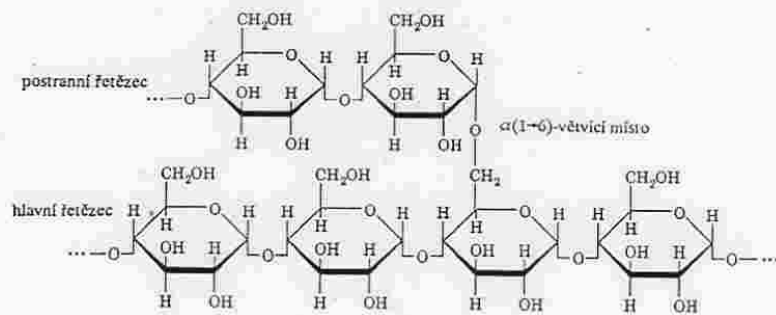


CELULOSA

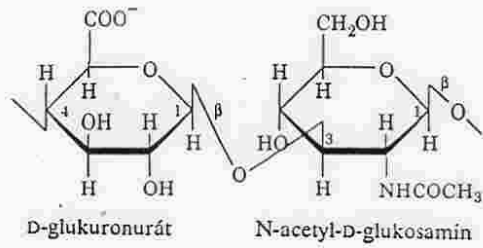
AMYLOSA



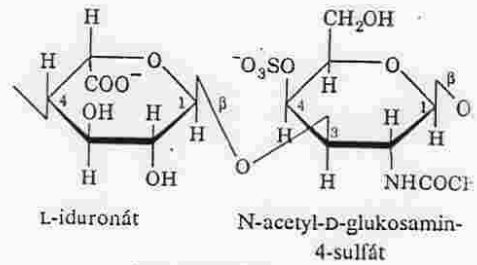
AMYLOPEKTIN



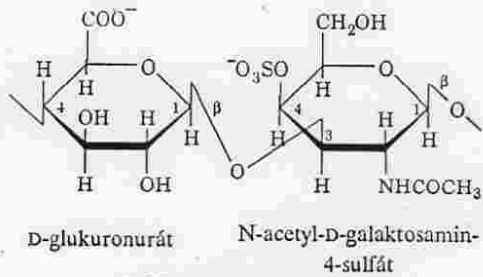
HETEROPOLYSACHARIDY - glykosaminoglykany



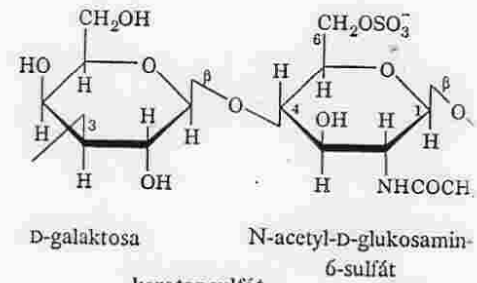
hyaluronát



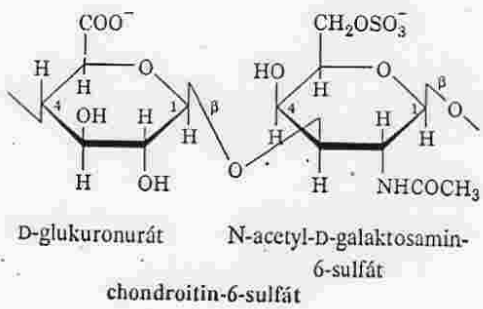
dermatansulfát



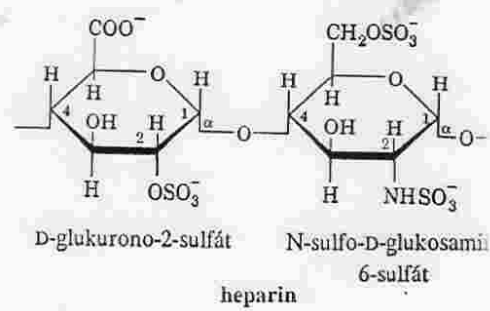
chondroitin-4-sulfát



keratansulfát



chondroitin-6-sulfát

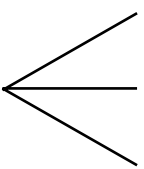


heparin

LIPIDY

Lipos - tuk

Funkce : zdroj a reserva energie
 strukturní funkce
 ochranná a izolační funkce
 různé biologické funkce

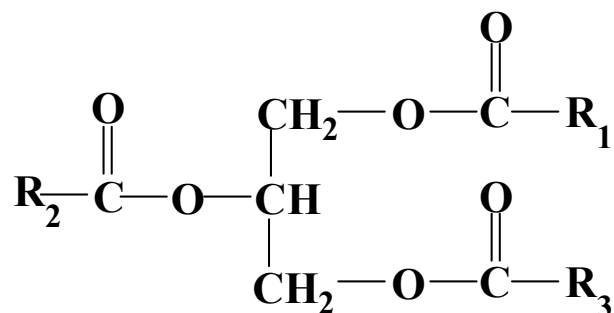
Lipidy 

- jednoduché
- složené
- izoprenoidní

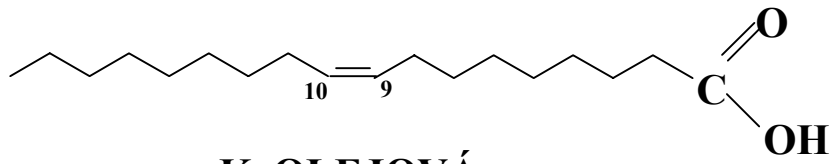
Jednoduché lipidy :

chemicky - estery mastných kyselin a alkoholů

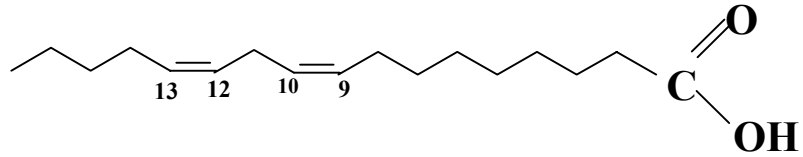
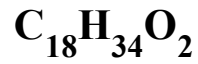
ACYLGLYCEROLY - triglyceridy - estery mastných kyselin a glycerolu



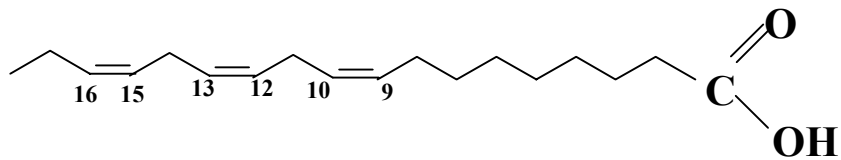
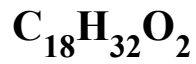
Alkohol



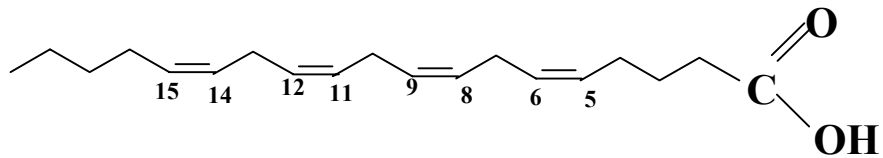
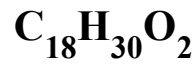
K. OLEJOVÁ



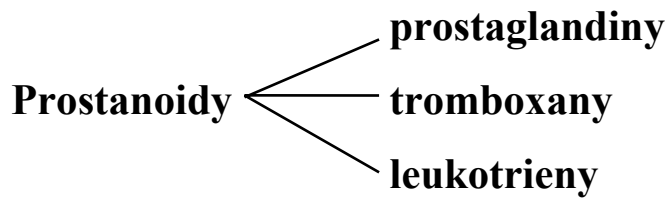
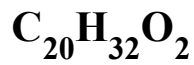
K. LINOLOVÁ

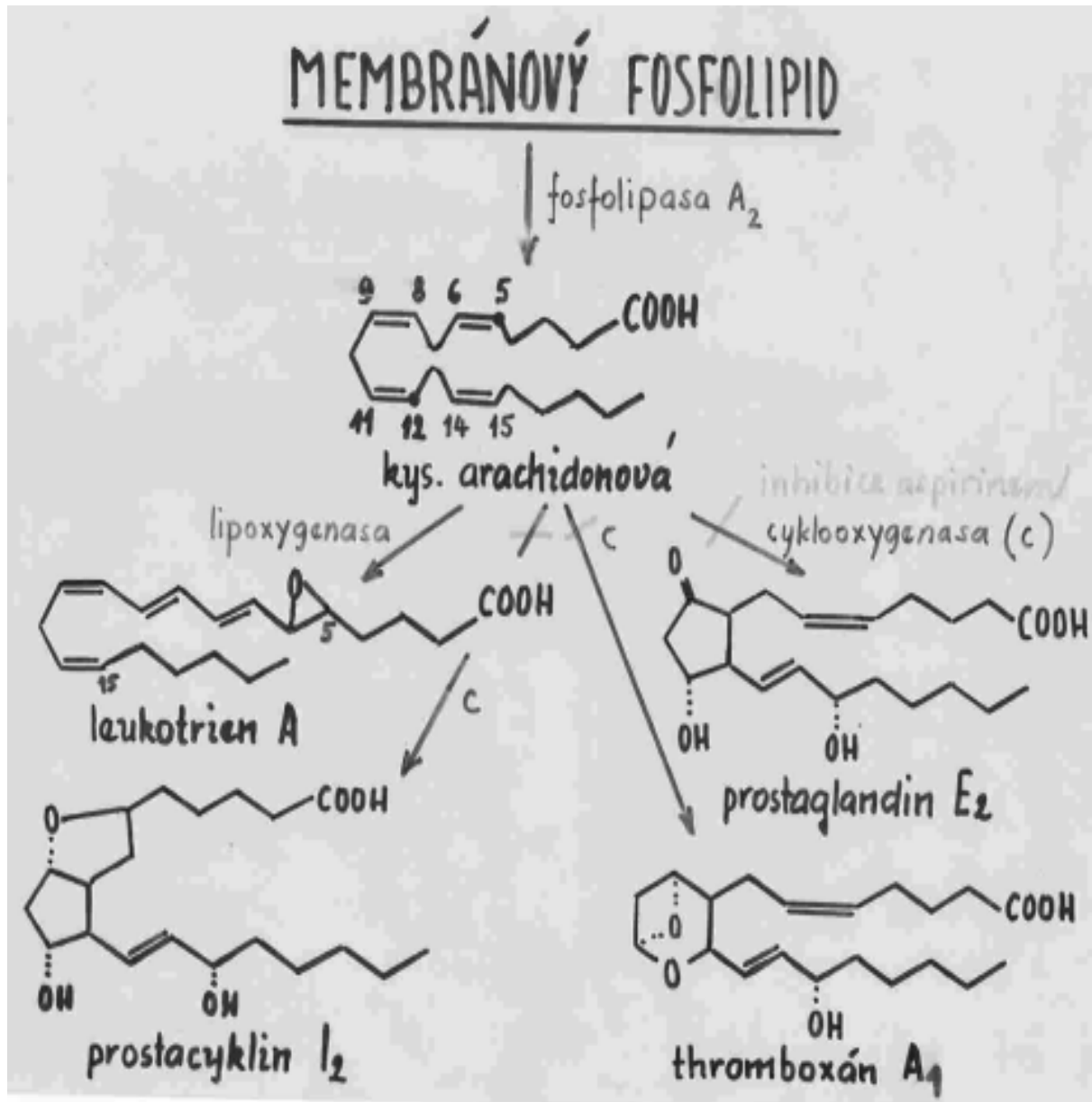


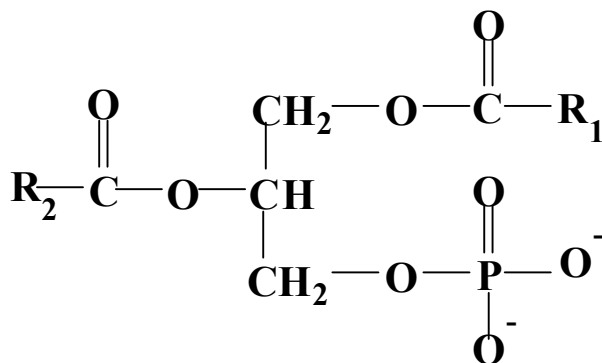
K. LINOLENOVÁ

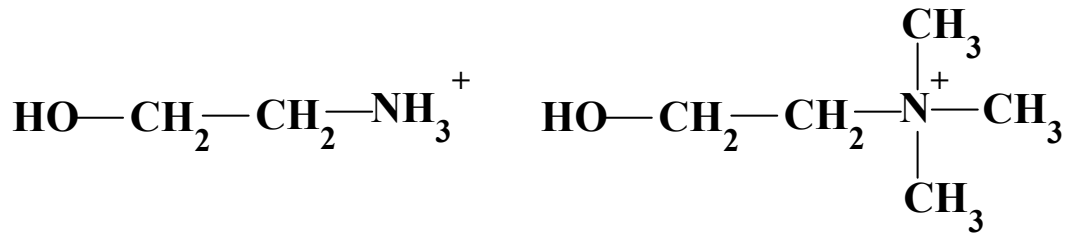


K. ARACHIDONOVÁ



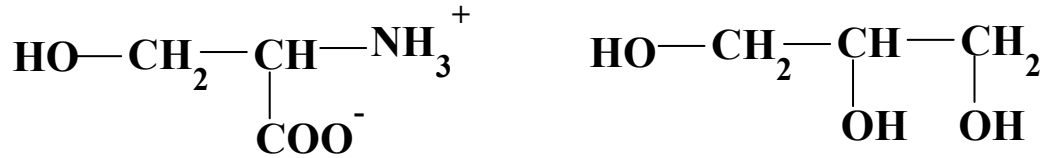


Důležité reakce tuků - zmýdelňování - NaOH**- ztužování - H₂****- žluknutí - O₂****VOSKY - estery mastných kyselin a alifatických alkoholů****včelí vosk - palmitan myricylnatý (C₃₀H₆₁OH)****vorvaňovina - palmitan cetylnatý (C₁₆H₃₃OH)****lanolin****karnaubský vosk****Složené lipidy :****FOSFOLIPIDY****A. Fosfoacylglyceroly - fosfatidy****K. FOSFATIDOVÁ****1,2-diacyl-glycerol-3-fosforečná k.**



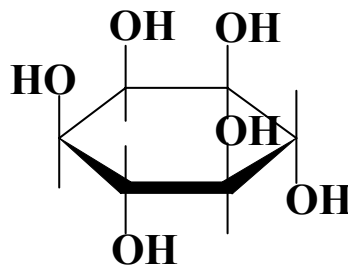
ETHANOLAMIN

CHOLIN



SERIN

GLYCEROL

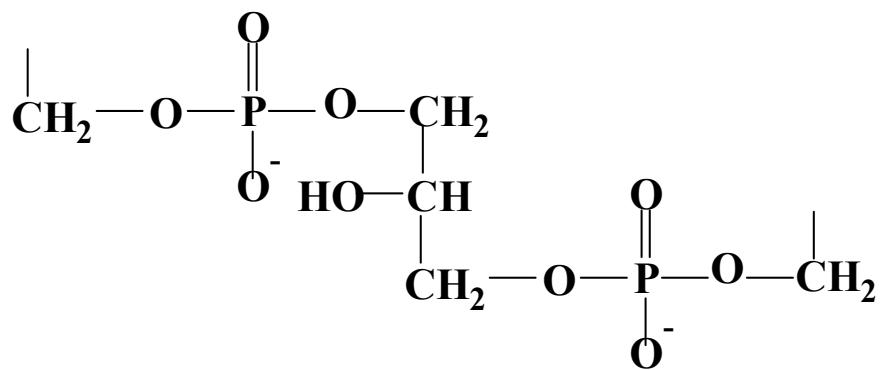


INOSITOL

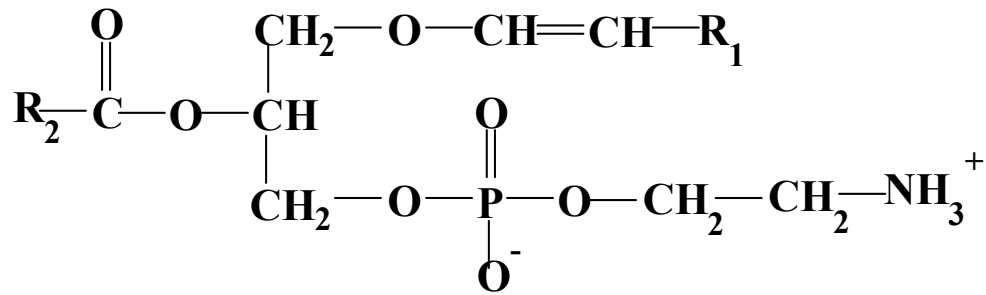
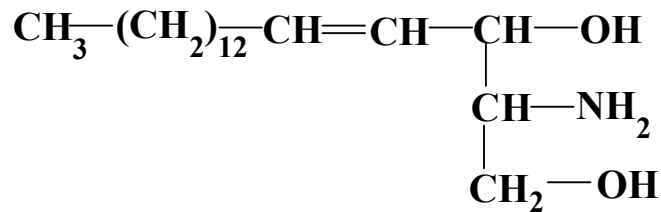
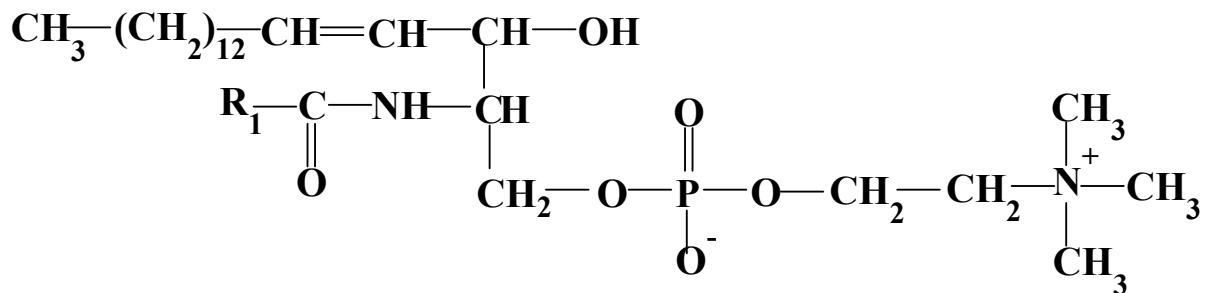
Fosfatidylcholin - lecitiny

Fosfatidylethanolamin - kefaliny

Bisfosfatidylglycerol - kardiolipin

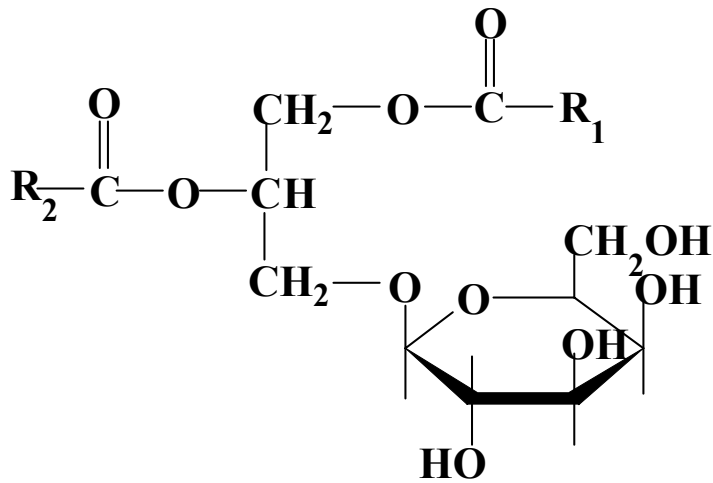


Fosfatidylinositol

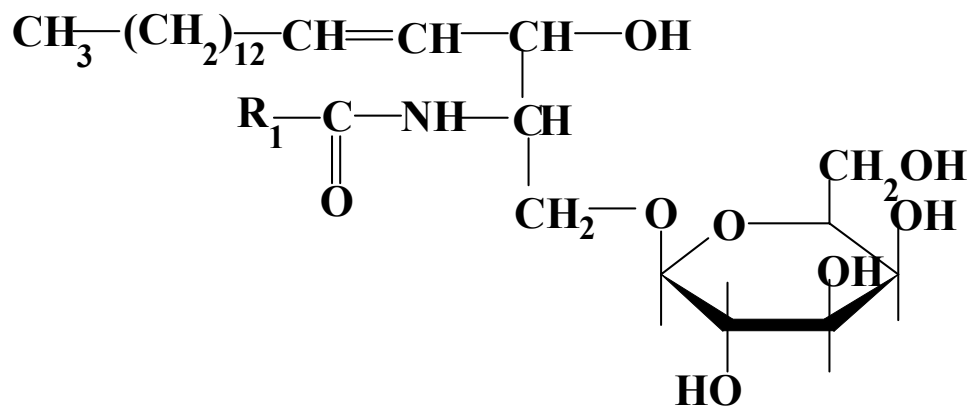
Plazmalogeny**B. Sfingomyeliny - sfingofosfolipidy****SFINGOSIN****SFINGOMYELIN**

GLYKOLIPIDY

A. Glycerolglykolipidy



B. Cerebrosidy



galaktocerebrosidy - mozek

sulfatidy

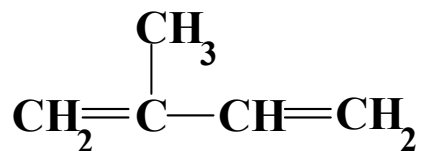
glukocerebrosidy - ostatní tkáň

C. Glykosfingolipidy

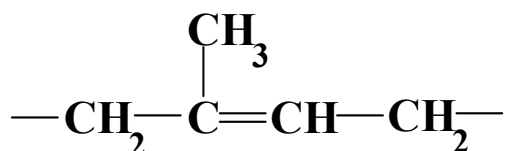
gangliosidy - sialová kyselina - ganglie nervových buněk

Izoprenoidní lipidy :

Základní strukturní jednotka - izopren 2-methyl-1,3-butadien



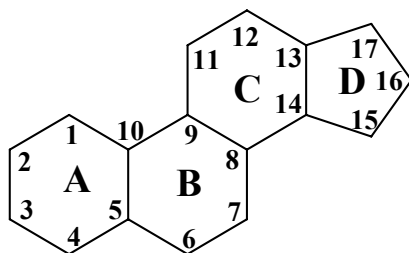
izopren



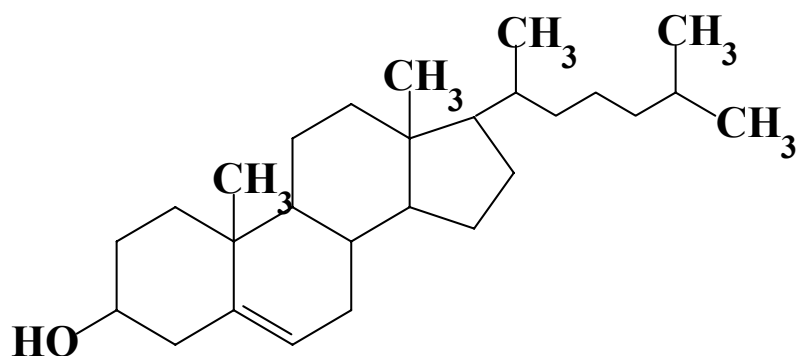
izopentenyl

STEROIDY

STERAN - cyklopentanoperhydrofenantren

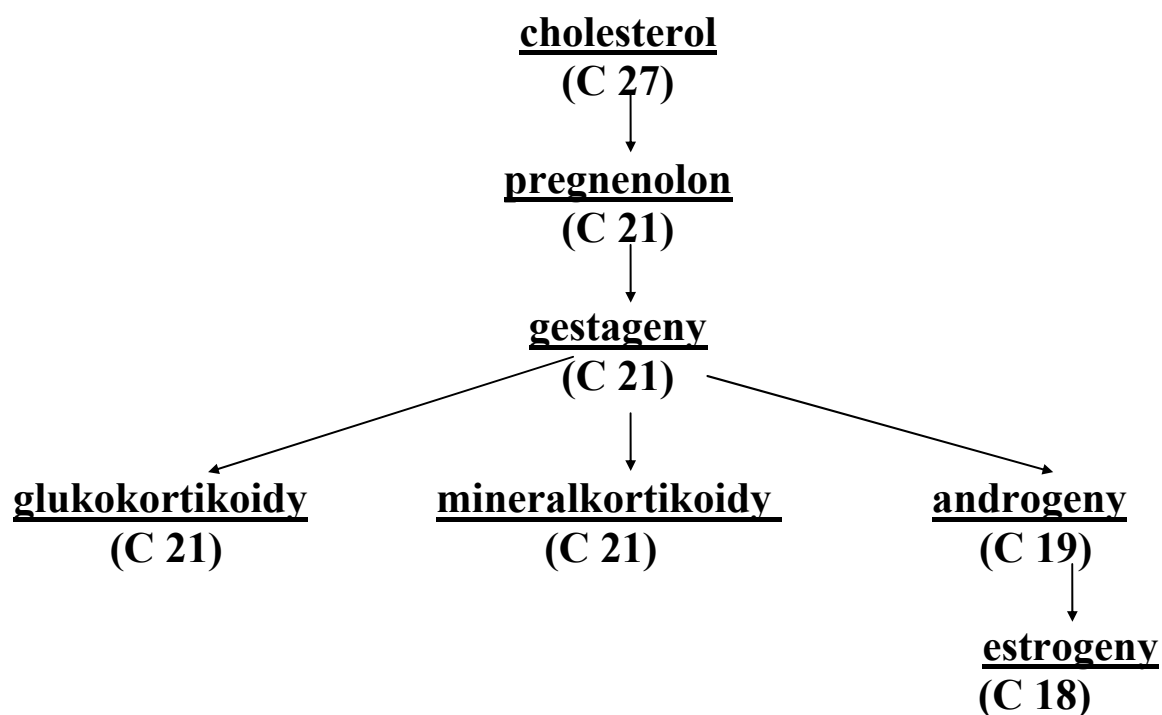


A. Steroly



CHOLESTEROL

Steroidní hormony



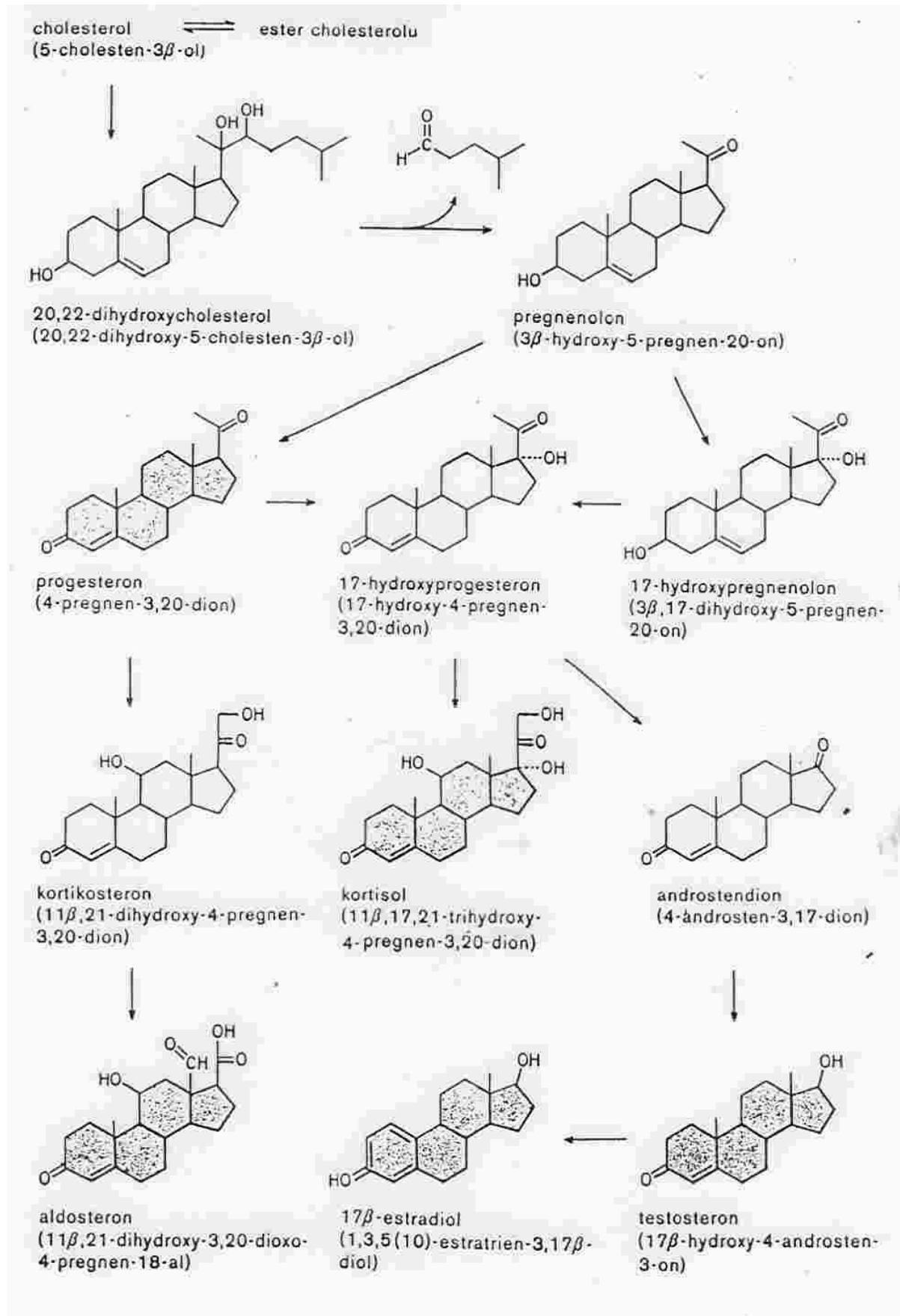
Glukokortikoidy - kortisol, kortikosteron - kůra nadledvinek

Mineralkortikoidy - aldosteron - kůra nadledvinek

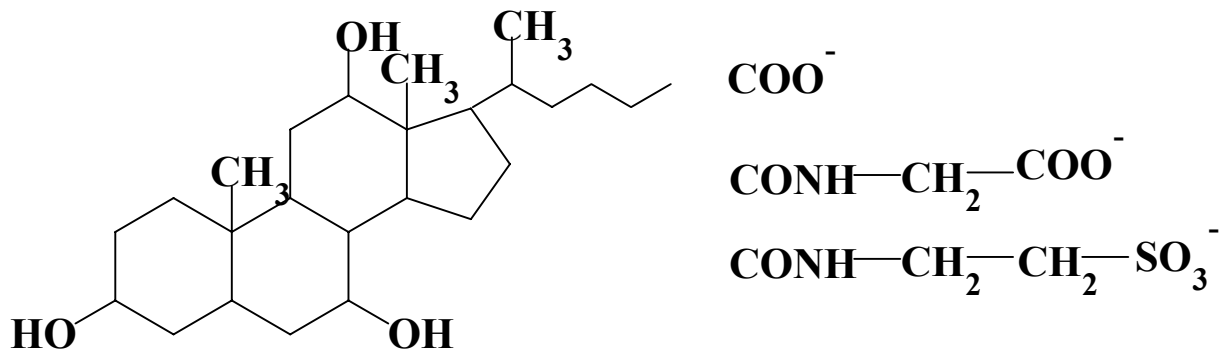
Androgeny - testosteron - varlata

Estrogeny - estron, estradiol, estratriol - vaječníky

Gestageny - progesteron - vaječníky

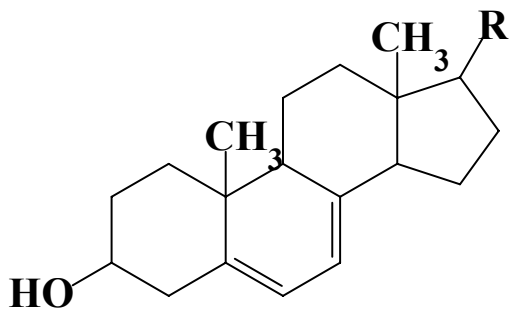


Žlučové kyseliny - k. cholová, k. glykocholová, k. taurocholová



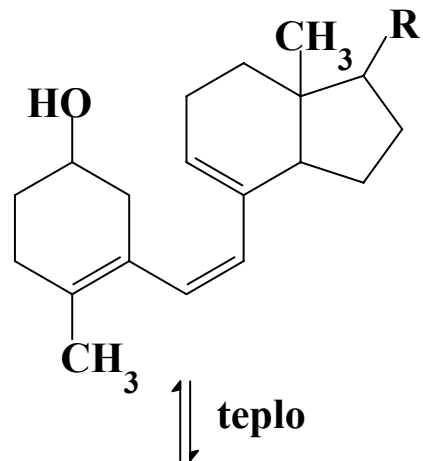
C. Kalciferoly - vitaminy - D₃ - cholekalciferol, D₂ - ergokalciferol

provitamin D

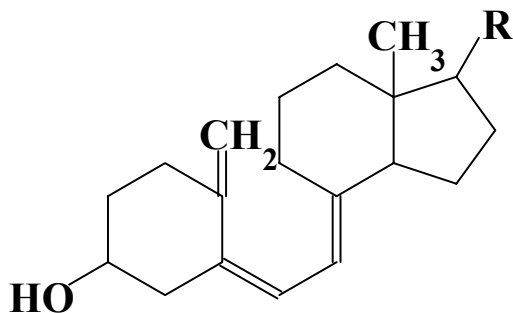


světlo

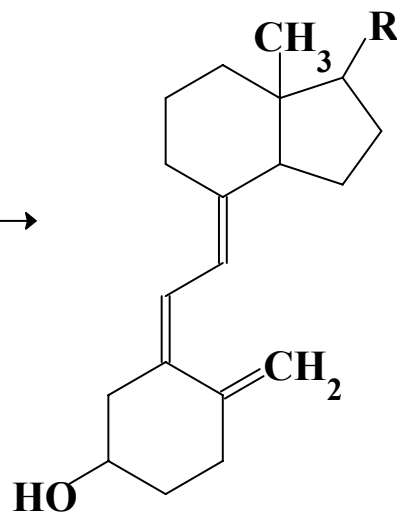
prekalciferol



teplo



↔



kalciferol

Biomembrány : agregované formy biolipidů

Význam biomembrán - transport

- kompartmentace

- komunikace

Molekulové složení membrán

Membrána	proteiny %	lipidy %	sacharidy %
cytoplazmatická	49	43	8
jaderná	59	35	2
mitochondriální vnější	52	46	2
mitochondriální vnitřní	76	23	1
myelinová	18	79	3

- *Lipidy* - fosfolipidy, cholesterol

funkce - strukturní

Lipid (%)	erythrocyt	myelin	mitochondrie	E.coli
fosfatidylcholin	19	10	39	0
fosfatidylethanolamin	18	20	27	65
fosfatidylglycerol	0	0	0	18
kardiolipin	0	0	23	12
sfingomyelin	18	9	0	0
glykolipidy	10	26	0	0
cholesterol	25	26	3	0

- *Bílkoviny* - integrální, periferní

funkce - enzymy

přenašeče

receptory

strukturní

- *Sacharidy* - glykolipidy, glykoproteiny

funkce - kotvení glykolipidů a glykoproteinů

v membránách

- rozpoznávací

Modely membrán :

GORTER a GRENDL (1925) - Lipidová dvojvrstva

SINGER a NICHOLSON (1972) - Model tekuté mozaiky

Transport látek membránami :

- Nespecifická permeace
- Specifický přenašečový systém - pasivní transport - usnadněná
a výměnná
difuze
- aktivní transport
- Pinocytóza