

ÚVOD DO METABOLISMU BUŇKY

1. Charakterizujte základní rozdíly mezi prokaryontní a eukaryontní buňkou:

Charakteristika	Prokaryontní buňka	Eukaryotní buňka
organismy	bakterie, cyanobakterie, většinou jednobuněčné	prvoci, houby, rostliny, živočichové, většinou mnohobuněčné
velikost buňky	1 -10 μm	10 - 20 μm
oddělené jádro	ne	ano
výskyt membránových organel	ne	ano
charakter chromosomů	kružnicová DNA	lineární DNA
velikost ribozomů	70S	80S
přítomnost cytoskeletu	ne	ano
buněčné dělení	příčné/podélné	mitóza
DNA	obnažená	spojená s proteiny
průběh syntézy proteinů	v cytoplazmě	v cytoplazmě a ER
respirační enzymy	v cytoplazmatické membráně	na vnitřní mitochondriální membráně

2. Buňky určitých tkání nebo orgánů mají v lidském organismu často specializovanou funkci. Tyto biochemické procesy probíhají v těchto buňkách:

Syntéza glykogenu – hepatocyty, svalové buňky

Oxygenace hemoglobinu – plicní buňky

Syntéza hemoglobinu – buňky dřene nadledvin

Syntéza močoviny - hepatocyty

Ukládání lipidů - adipocyty

Syntéza aktinu a myosinu – svalové buňky

Syntéza inzulinu – β -buňky Langerhansových ostrůvků

Konjugace toxických látek - hepatocyty

3. Kompartimentace metabolických dějů v buňce

Kompartment	Metabolický děj
Cytoplasmatická membrána	Transport iontů a malých molekul, receptory pro malé molekuly hormonů
Cytoplasma	Metabolismus glukosy
Mitochondrie	Buněčné dýchání, tvorba ATP
Jádro	Syntéza DNA a RNA, úprava RNA
Hrubé ER	Syntéza proteinů, úprava RNA
Hladké ER	Syntéza steroidů, detoxikační reakce
Golgiho aparát	Modifikace a třídění proteinů, export proteinů
Lyzosom	Buněčné trávení
Proteasom	Degradace proteinů
Peroxisom	Odbourávání peroxidu vodíku

4. Enzymové markery subcelulárních frakcí

Na⁺/K⁺-ATPáza – zajišťuje protisměrný primární aktivní transport Na⁺ a K⁺ (plasmatická membrána)

DNA-polymerasa – katalyzuje syntézu komplementárního řetězce DNA, replikace DNA (jádro)

RNA-polymerasa – katalyzuje transkripci (jádro)

Glukosa-6-fosfatasa – přeměňuje (katalyzuje hydrolýzu) glukosu-6-fosfát na glukózu a fosfát (endoplazmatické retikulum)

Galaktosyltransferasa - přenáší galaktózu (Golgiho aparát)

Kyselá fosfatasa – štěpí kyselinu fosforečnou z jejích sloučenin v kyselém prostředí (lyzosomy)

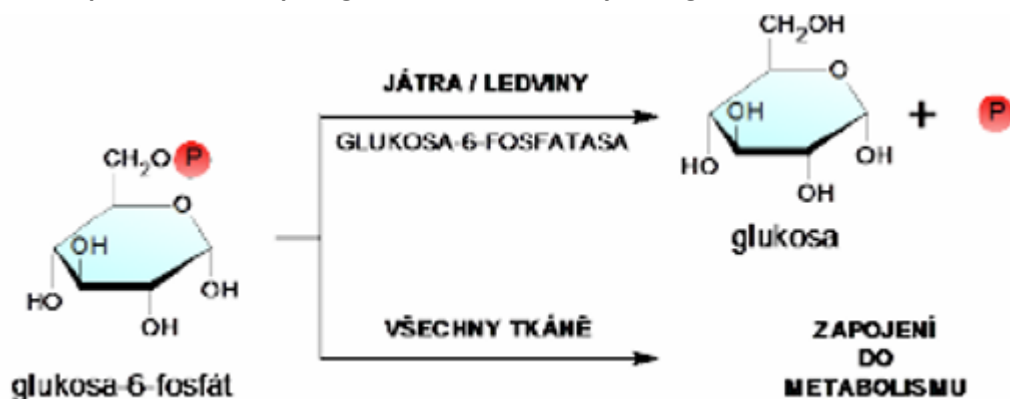
Sukcinát dehydrogenasa – katalyzuje oxidaci sukcinátu na fumarát (mitochondrie)

Cytochrom-c-oxidasa – oxiduje cytochrom c (mitochondrie)

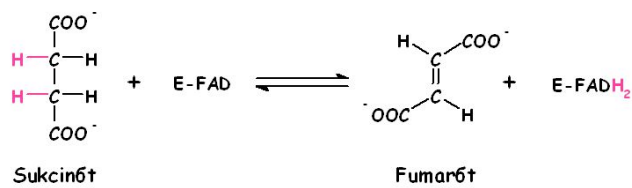
Katalasa – rozkládá peroxid vodíku na kyslík a vodu (peroxisomy)

Laktátdehydrogeasa – přeměna pyruvátu na laktát (cytosol)

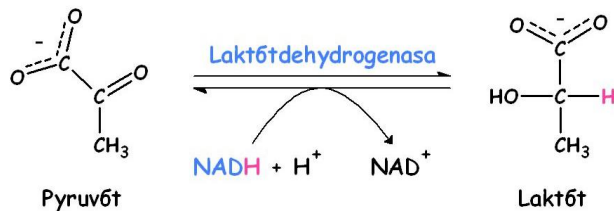
5. Napište rovnici štěpení glukosa-6-fosfátu enzymem glukosa-6-fosfatasou.



6. Napište rovnici reakce katalyzované sukcinátdehydrogenasou



7. Napište rovnici reakce katalyzované enzymem laktátdehydrogenasou



8. Která sloučenina je kofaktorem v obou výše uvedených reakcích?

FAD (flavinadenindinukleotid) a NAD⁺ (nikotinamidadenindinukleotid)

9. Jaká je funkce cytochrom-c-oxidasy v buňce? Které látky jsou jejími inhibitory?

Inhibitory jsou kyanid, oxid uhelnatý, sirovodík. Funkce je oxidace cytochromu c a využití energie k tvorbě protonového gradientu.

10. Kriteriem čistoty frakcím specifická aktivita enzymů, vyjádřená jako enzymová aktivita vztažená na jednotku hmotnosti proteinu v dané frakci. Jak se mění její hodnota se zvyšující se čistotou frakce?

Menší enzymová aktivita = čistější frakce.

11. Nakreslete strukturu látky, která vzniká z D-glukopyranosy účinkem glukosa-6-fosfátdehydrogenasy.

Nevíme si rady

12. Charakterizujte usporiadanie DNA v jadre eukaryotickej bunky.

V jadre eukaryotickej bunky sa nachádzajú vlákňité molekuly DNA, ktoré sú asociované s histónmi do podoby chromozómov.

13. Akými úpravami prechádza mRNA po svojej syntéze?

Syntéza mRNA a jej následné úpravy prebiehajú v jadre.

Úpravy zahŕňujú:

- zostrih (splicing) RNA
- vytvorenie „čapky“, tzv. capping, na 5' konci
- polyadenylácia na 3' konci

14. Akým spôsobom sa upravená mRNA dostáva z jadra do cytosolu?

Upravená RNA je transportovaná von z jadra cez jadrové póry.

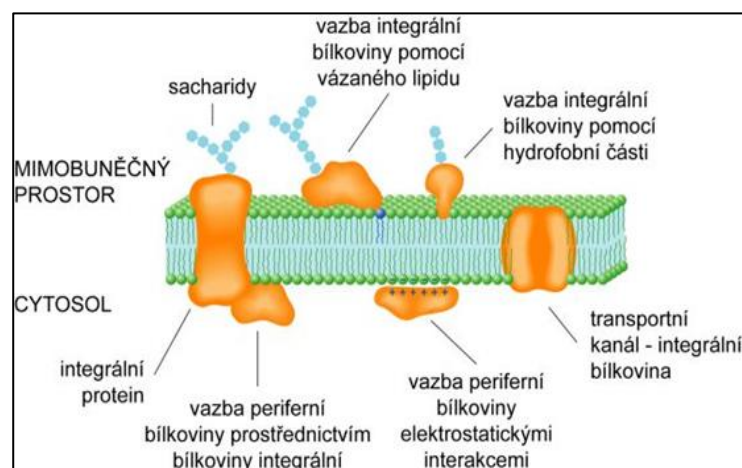
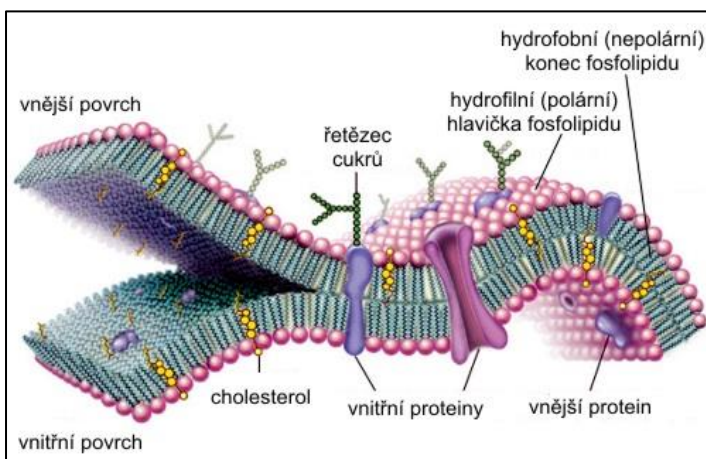
15. Ktoré hlavné komponenty sú obsiahnuté v bunkovej membráne?

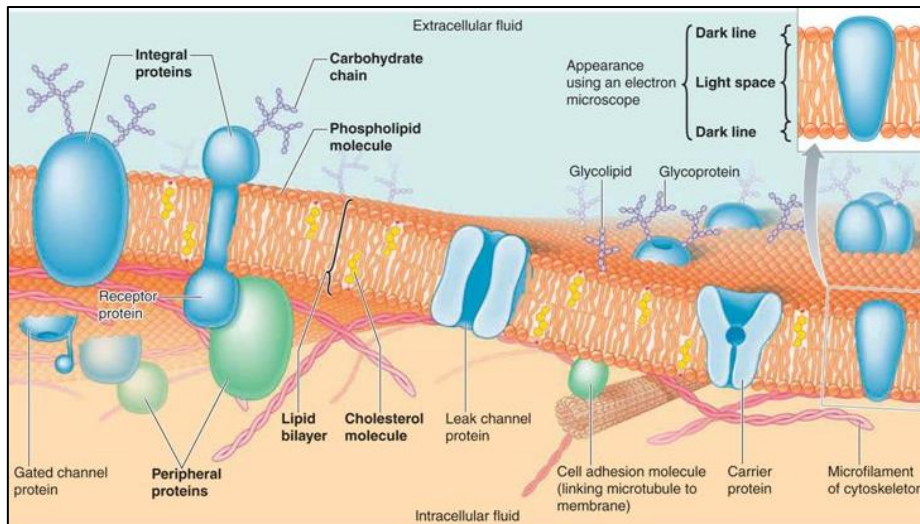
- cytoplasmatická membrána
- sacharidová zložka – (glykokalyx – glykoproteíny) na povrchu bunky
- proteíny - môžu sa nachádzať na povrchu lipidovej dvojvrstvy alebo ju prestupovať
- fosfolipidy – tvoria lipidovú dvojvrstvu

cholesterol

jednotlivé zložky sú medzi sebou spojené pomocou hydrofóbných a elektrostatických interakcií

16. Jmenujete a nakreslete konkrétní struktury





Lipidy, sacharidy, proteiny, cholesterol, receptory, kanály,...

17. Jaké intermolekulární interakce se uplatňují ve vnitřní části membrán?

- Hydrofóbní interakce

18. Jakou roli mohou mít proteiny obsažené v membráně?

- Membránové receptory
- Iontové kanály
- Transportéry (transport různých látek přes membránu)

Membránové proteiny se dělí na:

- **periferní** proteiny – neprocházejí napříč celou membránou, ale jsou lokalizovány na vnitřní nebo vnější straně buněčné membrány
- **integrální** proteiny – prostupují jednou nebo vícekrát celou fosfolipidovou dvojvrstvou

19. Co je to glykokalyx?

- Sacharidy, které jsou navázány na glykoproteiny, v necytosolové straně buněčné membrány. Slouží jako „antény“ pro signální molekuly vrstvy sacharidů na povrchu buňky.
- Ochranný plášť povrchu buňky tvořený oligosacharidy
- Chrání povrch buňky před mechanickým a chemickým poškozením

20. Které aminokyseliny se vyskytují v intramembránové části proteinů:

- Nepochárné – hydrofobní/lipofilní (protože membrána je složena z fosfolipidů)

21. Který ion je hlavním kationem ICT?

- K^+

Který ion je hlavním anionem ICT?

- Proteiny a fosfáty

22. Proč jsou proteiny počítány mezi anionty?

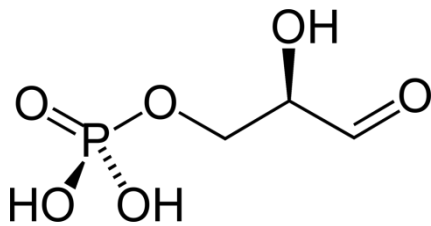
- pH cytosolu je slabě kyselé, 7,4, a proteiny se v tomto prostředí chovají jako slabé kyseliny – odevzdávají proton a tudíž mají záporný náboj
- proteiny na membránách jsou záporné a tudíž přitahují kationty (Na^+ , K^+) které pak mohou být transportovány přes buněčnou membránu

24. Které z iontů uvedených v diagramu mají pufrací účinky?

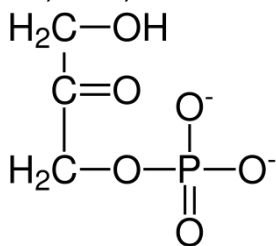
- HCO_3^- , protein

25. V cytoplazmě probíhá glykolýza a glukoneogeneze. Namalujte hlavní meziproducty

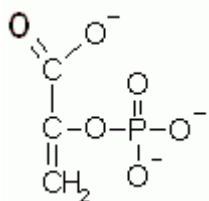
- glycerinaldehyd-3-fosfát



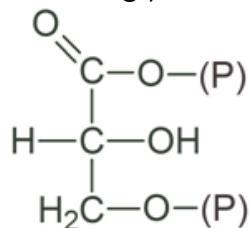
- dihydroxyacetonfosfát



- fosfoenolpyruvát

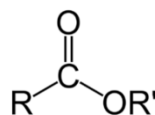


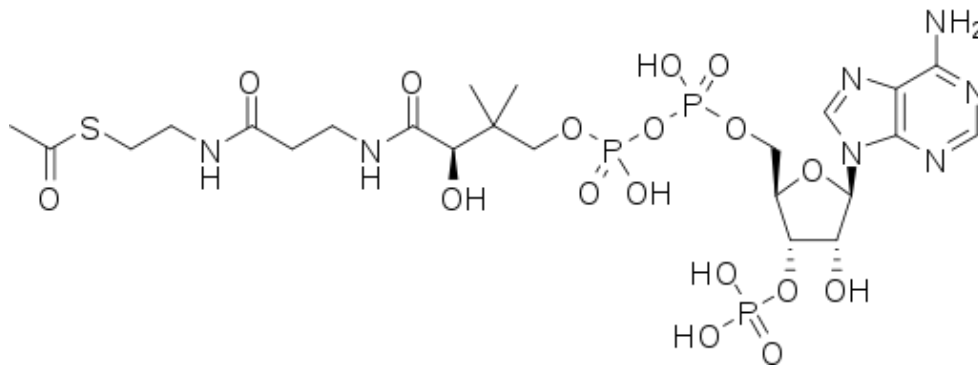
- 1,3-bisfoglycerát



26. Mastné kyseliny jsou při vstupu do buňky převedeny na acyl-CoA. Jaký typ vazby vzniká mezi mastnou kyselinou a Koenzymem A?

- Vzniká thioesterová vazba, obecný vzorec vazby
- Acetyl CoA





27. Co je produktem odbourávání ethanolu v cytoplasmě? Jak se nazývají příslušné enzymy?

- vzniká acetaldehyd, aldehyddehydrogenázou je rozkládán na acetát,
- enzymy alkoholdehydrogenáza a aldehyddehydrogenáza

Mitochondrie

28. Charakterizujte strukturu mitochondrií. Jaký je rozdíl mezi oběma membránami mitochondrií?

Mitochondrie jsou elipsoidní membránové organely s vlastním genetickým aparátem. Obsahují dva typy membrán: vnější a vnitřní, které vymezují dva oddělené prostory: intermembránový prostor a prostor vyplněný mitochondriální matrix, který je ohraničen vnitřní membránou. Matrix je jemně zrnitá hmota obsahující proteiny, enzymy a mitochondriální nukleové kyseliny (DNA a RNA).

Vnější membrána mitochondrie je hladká a zhruba 40 % její hmotnosti tvoří lipidy. Obsahuje translokátorové proteiny – poriny – které umožňují difuzi molekul < 5 kDa, je propustná pro ionty.

Vnitřní membrána je zvrásněná a vchlipuje se do vnitřního prostoru mitochondrie v podobě krist nebo tubulů. Kristální typ mitochondrií se nachází ve většině buněk lidského organismu, zatímco tubulární typ nacházíme zejména u endokrinních buněk syntetizujících steroidy. Zvrásnění membrány zvyšuje výrazně její povrch. Počet tubulů či krist závisí na metabolické aktivitě buňky. Mitochondrie s velkým počtem krist se nachází především ve vláknech kosterního svalu, v srdečních buňkách a v sekrečních buňkách slinivky. Ve stavbě membrány převažují proteiny (80 % hmotnosti); dále se na struktuře podílí lipidy (20%), transportní proteiny a proteiny dýchacího řetězce. Vnitřní membrána je volně propustná pouze pro vodu, kyslík a oxid uhličitý a obsahuje transportní proteiny, způsobující její selektivní propustnost. Obsahuje velké množství kardiolipinu, který je zodpovědný za malou propustnost pro ionty.

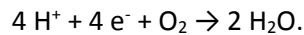
29. Vyskytuje se v mitochondriích DNA? Jaký je její význam?

Mitochondriální DNA je kruhovitá a dvouřetězcová a je v ní zakódována informace o syntéze proteinů mitochondriálních membrán, enzymů dýchacího řetězce a porfyrinů. Díky přítomnosti proteosyntetického aparátu mohou být tyto proteiny syntetizovány přímo v mitochondriích. Většina proteinů je však kódována jadernou DNA a syntetizována v cytoplasmě, ze které jsou pak transportovány do mitochondrií.

30. K čemu je v mitochondriích potřebný kyslík? Napište rovnici hlavní reakce kyslíku, která probíhá v mitochondriích.

Kyslík slouží jako finální akceptor elektronů v respiračním řetězci, kde reoxidují NADH + H⁺ na NAD⁺ a FADH₂ na FAD. Pokud je koncentrace kyslíku nízká, klesá koncentrace NAD⁺ a FAD a následně se sníží i aktivita Krebsova cyklu.

Molekula O₂ je postupně redukována na O₂⁻ ionty, které s protony z matrix reagují za vzniku dvou molekul vody:

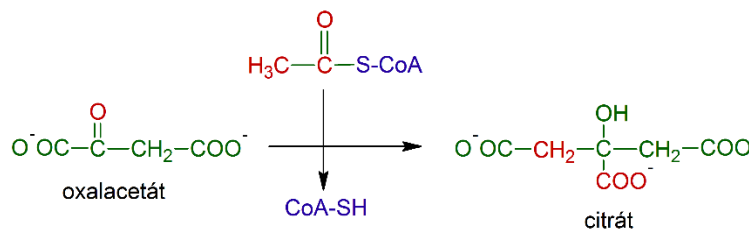


31. Elektrony odebrané vodíku v dýchacím řetězci jsou přenášeny systémem oxidoredukčních kofaktorů. Jaké jsou hodnoty standardních redox potenciálů těchto kofaktorů?



32. V mitochondriích je lokalizován citrátový cyklus. Napište rovnici první reakce tohoto cyklu.

Acetylový zbytek je přenesen na oxalacetát za katalýzy enzymem citrátsyntázou. Vzniká citrát.



(zdroj: <http://e-chembook.eu/krebsuv-cyklus-a-dychaci-retezec>)

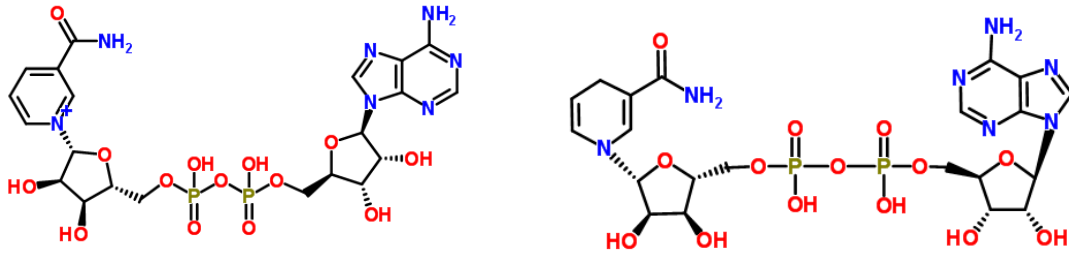
33. Které kofaktory se účastní dehydrogenačních reakcí citrátového cyklu? Charakterizujte jejich strukturu.

Dehydrogenačních reakcí se účastní kofaktory FAD a NAD⁺, které se redukují na FADH₂ a NADH + H⁺.

NAD – nikotinamidadeninukleotid je koenzym skládající se z nikotinamidu, adeninu, dvou molekul ribosy a dvou fosfátů, které jsou navzájem propojeny jako nukleotidy. Přesnější označení je NAD⁺, protože jeho pyridinové jádro nese kladný náboj. Redukcí může přejít na NADH.

NAD⁺

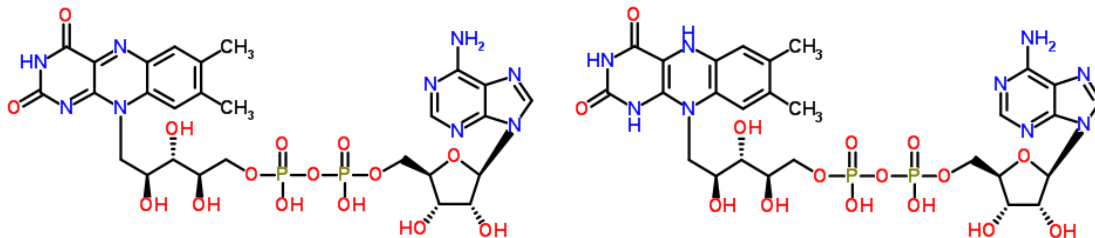
NADH



FAD – flavinadenindinukleotid je kofaktor, jehož struktura je tvořena riboflavinem (vit. B2) navázaným na adenosindifosfát (ADP) a cukernou složkou (ribosa). Oxidovaná forma FAD redukcí přechází na FADH2.

FAD

FADH2



34. Charakterizujte strukturu ATP. Jaký typ vazby je štěpen při přeměně ATP na ADP

Struktura ATP:

- ATP = adenosintrifosfát
- nukleosidtrifosfát, makroergická sloučenina
- základem pětiuhlíkatý cukr – ribóza, na 1' uhlíku navázaný adenin (N-glykosidická vazba) a na 5' uhlíku fosfátové skupiny (fosfodiesterová vazba)
- fosfátové skupiny jsou mezi sebou vázány anhydridovými vazbami

Přeměna ATP na ADP:

- při přeměně ATP na ADP dochází k hydrolýze fosfoanhydridových vazeb

35. Syntéza ketonových látek v mitochondriích, o které sloučeniny se jedná

- syntéza ketolátek = ketogeneze
- probíhá v játrech -> v matrix mitochondrie
- **kyselina acetoctová, kyselina β -hydroxymáselná, aceton**

Endoplazmatické retikulum

36. Charakterizujte strukturu ER. Jaký je rozdíl mezi hladkým a drsným ER?

Jedná se o membránovou organelu eukaryotické buňky. Je tvořeno soustavou cisteren a váčků. Hladké ER je tvořeno především váčky bez navázaných ribozomů (syntéza steroidů, detoxikační reakce), kdežto drsné retikulum je tvořeno cisternami a na svém povrchu nese ribozomy syntéza proteinů.

37. Jaká je role cytochromů P450 v ER?
Účastní se desaturace mastných kyselin a hydroxylace, které probíhají na hladkém ER.

38. Jak se nazývá ER ve svalových buňkách. Který kation je zde masivně kumulován?
Sarkoplazmatické retikulum, ve kterém jsou nakumulovány vápenaté ionty.

39. V ER probíhá denaturace mastných kyselin. Který typ desaturasy se vyskytuje v jaterní buňce člověka?
Delta⁹ – desaturasa, desaturasa acyl-CoA mastných kyselin

Golgiho aparát

40. Charakterizujte strukturu Golgiho aparátu. Čím se liší cis a trans část GA?

Jedná se o systém cisteren a transportních váčků, které funkčně navazují na ER. Jelikož se jedná o polarizovanou molekulu, rozlišujeme na ní trans (=přijímá zde látky, hlavně proteiny, pro úpravu a roztřídění) a cis stranu (kde jsou tyto látky vydávány dále).

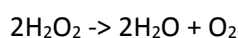
41. Jaká je role Golgiho aparátu v metabolismu buňky. Uveďte příklady.
Dochází zde k exportu proteinů, jejich modifikaci a třídění.

Peroxisomy

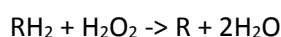
42. Charakterizace struktury peroxisomů:

- peroxisom = organela eukaryot, účastní se různých metabolických drah a také likvidaci pro buňku toxických látek
- struktura:
 - o ovoidní tvar
 - o membrána – zajišťuje izolaci obsahu peroxisomu od vnitřního prostředí buňky
 - o uvnitř peroxisomu matrix obsahující enzymy oxidující substrát a redukující O₂ a H₂O₂ + kataláza – rozkládá peroxid na vodu a kyslík
 - o některé v matrix krystaloid (ne však u člověka)
- velikost: 0,1 – 1,2 μm (velikostně srovnatelné s lysosomy)

43. Rozklad peroxidu vodíku – reakce:



Oxidace substrátu:



44. Odbourávání ethanolu v peroxisomu jaterní buňky – reakce:



Lysozomy

45. Jaká je role lysozomů v buňce? Jak vznikají?

- Buněčné trávení – lytické enzymy
- Vznikají oddělením se z hladkého endoplazmatického retikula či Golgiho aparátu

46. Jaké je pH v lysozomech?

- Kyselé 5,0 – 6,0

47. Jaký je rozdíl mezi primárními a sekundárními lysozomy?

- Primární lysozomy jsou takové, které se ještě nezúčastnily procesu trávení, neobsahují tedy zbytky organel, proteinů apod. a jejich enzymy ještě nebyly použity.
- Sekundární lysozomy jsou takové, které se již zúčastnily trávení.

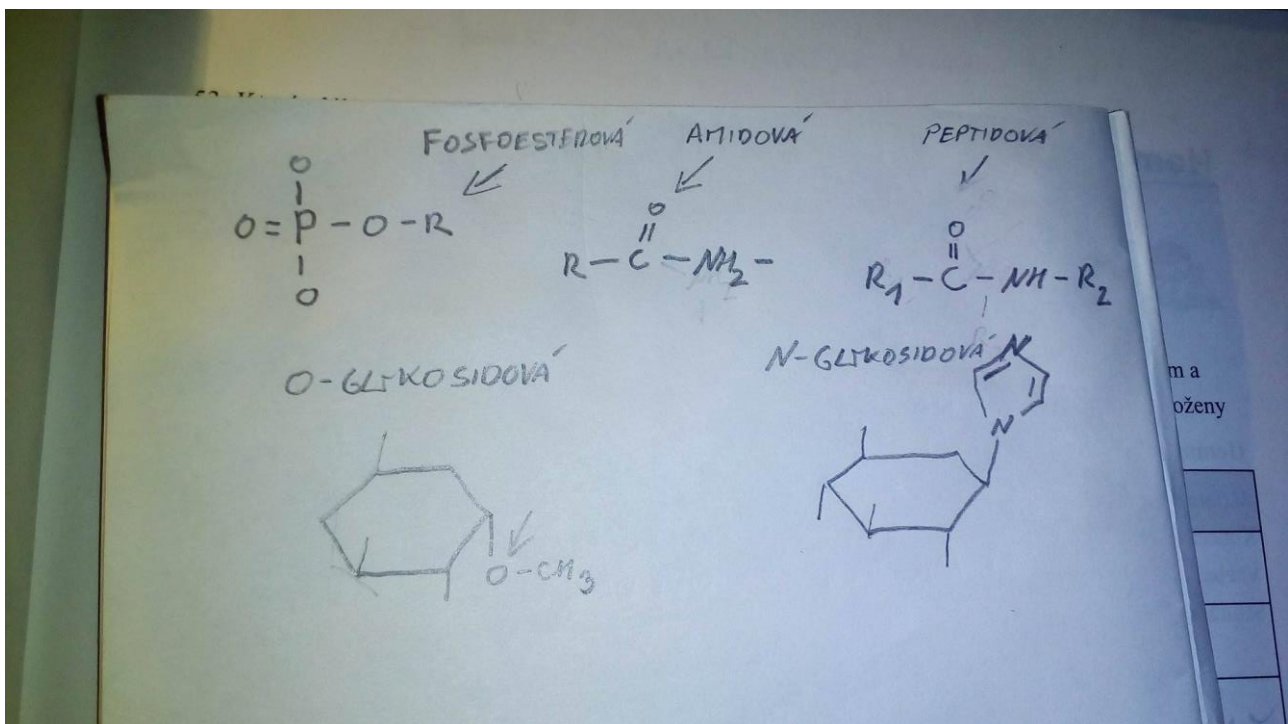
48. Jakým pochodem se do lysozomů dostávají makromolekulární látky?

-> Fúzí s Fagosomy

49. Do které třídy převážně patří enzymy působící v lysozomech

-> Enzymy v lysozomech spadají do třídy kyselých hydroláz (asi 50 typů), které jsou schopné rozkládat proteiny, lipidy, sacharidy i nukleové kyseliny

50. Nakreslete obecné vzorce fosfoesterové, amidové, peptidové, O- a N- glykosidové vazby



51. V tabulce doplňte, jaký typ vazeb je štěpen lysozomálními enzymy

- a-Glukosidasa – α -1,4- glykosidickou vazbu mezi glukózami
- B-Galaktosidasa – β -1,4-glykosidickou vazbu galaktózami
- Hyaluronidasa – β -1,4- glykosidickou vazbu mezi kolekulami kys. hyaluronové
- Arylsulfatasa – sulfoesterovou vazbu
- Lysosym – β -1,4-glykosidovou vazbu
- Kathepsin – peptidovou vazbu
- Kolagenasa – peptidovou vazbu
- Elastasa – peptidovou vazbu
- Ribonukleaza – fosfodiesterovou vazbu mezi ribonukleotidy
- Lipasa – esterovou vazbu mezi glycerolem a mastnými kyselinami
- Fosfatasa – fosfoesterovou vazbu (odštěpuje fosfát)
- Ceramidasa – amidovou vazbu mezi ceramidem a mastnými kyselinami

Cytoskelet

52. Cytoskelet je tvořen třemi hlavními druhy vláken. Která jsou to vlákna a jak se liší svou funkcí?

Vlákno	Hlavní protein	Hlavní funkce
Mikrofibrily	Kinesin Dynein Mikrotubuly – tubulin	Udržování tvaru buňky, pohyb chromozomů a další subcelulárních komponent, migrace buněk...
Mikrofilamenta	Aktin (G-aktin a F-aktin)	Buněčné dělení, endocytosa, exocytosa, udržování tvaru buňky...
Intermediální filamenta	Desmin (svalové buňky) Vimentin (fibroblasty) Keratin (epitelové buňky) Neurofilamenta (neurony)	Funkce není zcela objasněna.

53. Která vlákna cytoskeletu jsou nejdelší?

Mikrotubuly

54. Na které z vláken se váže kolchicin a jaký je jeho účinek?

Kolchicin se váže na mikrotubuly a způsobuje jejich rozpad.

55. Jaká je role proteinů kinesinu a dyneinemu?

Mikrofibrily jsou využívány proteiny kinesinem a dyneinem, které slouží jako buněčné motory a mohou se po vláknech posunovat (umožňují tak intracelulární pohyb).

56.

Nevazebná interakce	Fyzikálně chemická podstata interakce
Vodíkové vazby	Vodíkovou vazbu tvoří na jedné straně skupina H + silně elektronegativní prvek (například O nebo N) a na druhé straně atom s volným elektronovým párem (například opět O, F nebo N).
Elektrostatické	Typ interakce mezi dvěma molekulami a jejich elektrostatickými poli (3 typy interakce: náboj-náboj, náboj-dipól, dipól-dipól), kterou popisuje Coulombův zákon. Její podstatou je silné elektrostatické přitahování opačně nabitých pólů polárních molekul.
Hydrofobní	Tyto interakce se projevují v nepolárních částech molekul ve vodném prostředí, které mají tendenci se navzájem spojovat, a tím zmenšovat kontakt s polárními molekulami vody. Hydrofobní molekuly nemohou s vodou tvořit vodíkové můstky a ani s ní jinak interagovat.

57.

Struktura/systém	převažující typ nevazebné interakce
Proteiny – sekundární	vodíkové můstky
Proteiny – terciální	hydrofobní interakce, elektrostatické interakce
Proteiny – kvartérní	elektrostatické interakce
DNA	vodíkové můstky
Fosfolipidová dvojvrstva	hydrofobní interakce
Enzym – substrát	elektrostatické interakce
Protilátka antigen	elektrostatické interakce

Vypracovali:

BENEŠOVÁ Anna
BOLELOUCKÁ Zuzana
ČERNÍKOVÁ Petra
EGERTOVÁ Petra
HEJTMÁNEK Vojtěch
HEŘMANSKÁ Barbora
HROBAŘOVÁ Ivana
HULKOVÁ Veronika
JURSOVÁ Michaela
KOKY Michal
KOMLOŠOVÁ Michaela
KOPECKÁ Martina
LANČOVÁ Blanka
NEVORALOVÁ Sabina
OBROVSKÁ Michaela
PETRÁŠOVÁ Gabriela
POLÁKOVÁ Martina
ŘÍHOVÁ Jana
ŠUDOMOVÁ Kristýna
VESELÝ Martin