

# 1. Eukaryotní buňka

---

## Podotázky

- 1) Porovnání prokaryotické a eukaryotické buňky
  - 2) Porovnání buňky rostlin, živočichů a hub
  - 3) Biomembrány – buněčné povrchy
  - 4) Výměna látek mezi buňkou a okolím
  - 5) Cytoskelet, jeho funkce a význam, druhy vláken cytoskeletu
  - 6) Organely související s pohybem buněk
  - 7) Buněčné organely – lokalizace, stavba a funkce
  - 8) Endosymbiotická teorie
  - 9) Buněčné trávení
  - 10) Lokalizace metabolických procesů v buňce
- 

## Pojmy

- **semiautonomní organely** = obsahuje vlastní genetickou informaci, vznik endosymbiózou, mitochondrie a plastidy
  - **cytóza** = transport molekul přes membránu, endocytóza (dovnitř) a exocytóza (ven z buňky)
  - **cytosol** = koncentrovaný koloidní roztok makromolekul a nízkomolekulárních látek tvořící tekutý obsah buňky, jeho součástí však nejsou buněčné organely
  - **plazmoptýza** = osmotický příjem vody rostlinou buňkou působením okolního hypotonického roztoku, projevuje se zvětšením objemu protoplastu, následným prasknutím BS a uvolněním protoplastu
  - **pinocytóza** = příjem (ale i výdej) tekutin buňkou pomocí vchlípenin povrchové membrány
  - **ATP** = adenosintrifosfát, při rozpadu ATP na ADP a P se uvolňuje energie
  - **semipermeabilita** = polopropustnost
  - **desmozom** = typ buněčného spoje, pevný a sloužkou epitelů
  - **tonoplast** = označení pro membránu vakuoly
  - **buněčné inkluze** = odpadní látky, se kterými si buňka neví rady
- 

- Z řeckého eu (=dobrý, pravý) karyon (=jádro)
- Cytologie
- Buňka je základní stavební a funkční jednotkou živých soustav– univerzální a nejmenší biologický systém schopný samostatné existence
- Chemické složení buňky: voda (60-90%), organické látky (10-40%)- bílkoviny, sacharidy, NK, lipidy, aj, anorganickými látkami (0,5-3%), které se dělí na makrobiogenní (C, O, H, N, S, P, Ca, Fe, Na, K, Mg, Cl) a mikrobiogenní (stopové; Cu, B, Co, Zn, I, Mn, ...)
- Velikost 1 $\mu$ m – 150  $\mu$ m (pštrosí vejce, některé nervové buňky – cm až desítky cm)

- Objevitel **Robert HOOKE**

## 1. Porovnání prokaryotické a eukaryotické buňky

- Každá buňka musí obsahovat:
  - Biomembránu (obal, kontakt s prostředím)
  - Cytoplazmu (přeměna látek, vnitřní transport, odstraňování odpadních látek)
  - Nukleovou kyselinu (řízení, rozmnožování)
  - Ribozomy (rozmnožování)
- Eukaryotická má navíc na rozdíl od prokaryotické:
  - Ohraničené jádro
  - Cytoskelet (umožňuje tvořit mnohobuněčné)
  - Oragnely ohraničené membránou
  - Rozdíly v genomu – lineární DNA, introny, více než jeden chromozom
- Oba typy mohou obsahovat
  - BS (rozdílná stavba)
  - Bičíky a brvy (rozdílná stavba)
  - Buněčné inkluze

| Struktura               | Buňka       |                |           |
|-------------------------|-------------|----------------|-----------|
|                         | Prokaryotní | Eukaryotní     |           |
|                         |             | Rostlinná      | Živočišná |
| Buněčná stěna           | ano         | ano            | -         |
| Plazmatická membrána    | ano         | ano            | ano       |
| Jádro                   | -           | ano            | ano       |
| Chromozomy              | jeden       | více           | více      |
| Mitochondrie            | -           | ano            | ano       |
| Plastidy                | -           | často ano      | -         |
| ER                      | -           | ano            | ano       |
| Ribozomy                | ano         | ano            | ano       |
| Golgiho systém (aparát) | -           | ano            | ano       |
| Vakuoly                 | -           | ano            | ano       |
| Lysozomy                | -           | často chybí    | ano       |
| Cytoskelet              | -           | ano            | ano       |
| Centrioly               | -           | většinou chybí | ano       |

|                  | Prokaryotické buňky  | Eukaryotické buňky                   |
|------------------|--|--------------------------------------|
| Podřazené taxony | bakterie, Archaea  | prvoci, houby, rostliny, živočichové |
| Obvyklá velikost | ~ 1-10 μm  | ~ 10-100 μm                          |
| Typ jádra        | pouze nukleární region bez pravého jádra obvykle cirkulární dlouhé lineární molekuly | jádro obklopené dvojitou membránou   |
| DNA              | složené s histony v chromozomech   | Syntéza RNA probíhá uvnitř jádra     |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Organely a membránové struktury</b> | velmi málo vnitřních struktur          | strukturizovány a silně organizovány vnitřními membránami a cytoskeletem                   |
| <b>Mitochondrie</b>                    | Bez mitochondrií v pravém slova smyslu | Obvykle mnoho (některé buňky mohou mít po jedné nebo jim i mitochondrie chybí)             |
| <b>Chloroplasty</b>                    | Žádné                                  | u řas a rostlin  |
| <b>Organizace</b>                      | obvykle samostatné buňky               | jednobuněčné, kolonie, ale také vyspělé mnohobuněčné organismy se specializovanými buňkami |
| <b>Buněčné dělení</b>                  | Prosté dělení                          | Mitóza (někdy pučení) a meióza   |

## 2. Porovnání buňky rostlin, živočichů a hub

### Živočišná buňka

- jádro, jaderný obal s póry, jadérko
- CM, cytoplazma, cytoskelet
- ER, ribozómy, GK
- mitochondrie
- lyzozómy
- **nemá plastidy, vakuoly, BS**
- často bičík, řasinky

### Rostlinná buňka

- jádro, jaderný obal s póry, jadérko
- buněčná stěna (celulóza)
- CM, cytoplazma, cytoskelet
- ER, ribozómy, GK
- vakuoly
- mitochondrie
- **nemá lyzozómy**
- plastidy, chloroplasty
- bičík zřídka, řasinky nikdy

### Buňka hub

- jádro, jaderný obal s póry
- jadérko
- BS (chtitn)
- CM, cytoplazma, cytoskelet
- ER, ribozómy, GK
- vakuoly
- mitochondrie
- lyzozómy ??
- **nemá plastidy**
- bičík zřídka, řasinky nikdy

### 3. Biomembrány – buněčné povrchy

#### BS

- Buňka zbavená BS – protoplast
- Rozmanitá struktura a složení – dle typu organismu
- Typická pro bakterie, archea, houby a rostliny
- Permeabilní (pro vodu plně)
- Zajišťuje pevnost a tvar
- Příjem a transport látek
- Tzv. nahé buňky bez buněčné stěny: rejdivé výtrusy, vaječné buňky, spermatozoidy
- Ochrana před mechanickými vlivy, kompenzuje osmotický přetlak uvnitř buňky (0,5 – 2,5 Mpa)
- Zajišťuje určitou chemickou odolnost buňky
- Podle BS jsou bakterie rozpoznávány imunitním systémem
- Bakterie (eubacteria) – murein – peptidoglykan (dlouhý cukr s peptidami) – lépe peptidoglykanová síť
  - Základem peptidoglykanu murein (místo celulózy, dlouhá, rovnoběžně uspořádaná vlákna glykanu spojená napříč krátkými peptidovými řetězci)
  - Glykan je blízký glykozaminoglykanům – je tvořen opakovanými disacharidovými zbytky, z nichž jeden má vždy karboxylovou skupinu schopnou vázat amidovou vazbou peptid
  - Peptidoglykanová síť obklopuje celou bakteriální buňku a tvoří patrně jednu jedinou makromolekulu
  - Peptidové řetězce obsahují kromě běžných L-aminokyselin i zbytky D-aminokyselin (vznikají z L-AMK přesmykem až v peptidovém řetězi)
  - Kromě peptidoglykanů obsahuje ještě další složky – liší se u gram pozitivních a gram negativních bakterií
  - G+: na PM je mnohonásobná vrstva peptidoglykanu, na vnější stranu peptidoglykanu jsou navázány vláknité molekuly kyseliny teichoové (střídají se v nich fosfátové zbytky a cukerné zbytky) – stafylokoky, streptokoky, laktokoky, enterokoky
  - G-: nad PM je ještě jedna další vrstva jedna další (s vyšší propustností); mezi membránami jsou uloženy rozpustné bílkoviny – na vnitřní stranu vnější membrány přiléhá vrstva peptidoglykanu – vnější membrána obsahuje lipopolysacharidy s velmi proměnlivou cukernou složkou (v podstatě určuje antigenní vlastnosti bakteriálního povrchu) – neisserie, bordetella, legionela, brucella, chlamydie, helicobacter
  - Gramovo barvení – 1884 – Hans Christian Gram (Dánsko) – krystalová violet (váže se na kyselinu teichoovou), Lugolův roztok, ethanol, dobarvení safarinem nebo karbolfuchsinem
- Archae
  - Pseudomurein
- Houby – polysacharid chitin (N-acetylglikosamin)
  - Pevnost zajišťuje glukan a manan
- Rostliny – celulóza (polysacharid), hemicelulóza (větvený stejně jako pektin – bobtnají, protože zadržují molekuly vody), pektiny
  - Lignin – ve zdřevnatěných částech
  - Tvorba stavebních složek BS v GA



- Primární (pružná, umožňuje růst, objevuje se nejdříve), sekundární stěna (až u nerostoucích buněk – pak roste ta stěna dovnitř a když to všechno pohltí tak je to mrtvá buňka – roste tzv. apozicí) a střední lamela (hranice mezi buňkami)
- Sou tam ztenčeniny ev. póry(plasmodesmie – to sou výběžky protoplazmy přes ty ztenčeniny)
- Symplast (souvislý jediný protoplazmatický celke) x apoplast (vně symplastu, buněčné stěny a mezibuněčné prostory)
- Inkrustace (zpevnění pomocí anorg. látek) x impregnace (lignifikace (dřevnatění), suberinizace (korkovatění), kutinizace (souvislá vrstva kutinu – kutikula (málo propustná)))

## PM

- Funkce membrány
  - Ohraničení buňky, spojení buňky s okolím
  - Ohraničení vnitřních struktur (eukaryotická b.)
  - Průběh některých chemických dějů
  - Regulační funkce
  - Regulovaný přenos látek, energie a informací
  - Udržení osmotické a iontové rovnováhy mezi buňkou a okolím
- Fosfolipidová dvojvrstva (tloušťka cca 7,5 nm) – 1925 – E. Porter, F. Grendl
- Struktura tekuté mozaiky (Singer & Nicolson, 1974), dochází k pohybu fosfolipidů v laterálním směru i mezi vrstvami (flip-flop)
- Fosfolipidy
  - Glycerol + 2MK (z otho jedna nenasycená) + fosfátová skupina
  - Amfifilní molekuly (hydrofobní a hydrofilní konec) – hydrofilní části orientovány ven
  - Ve vodném prostředí – autoagregace do micel nebo dvouvrstvy
- Složky membrány vykonávají náhodné pohyby (Brownův pohyb) – fluidita membrány (dodává měkkost a ohebnost)
- Regulace fluidity – u prokaryot změna počtu dvojných vazeb a délky MK ve fosfolipidech, u eukaryot hraje klíčovou roli cholesterol
- Strukturní a funkční asymetrie – projevuje se rozložením bílkovin i rozdílným složením lipidové vrstvy na obou stranách (na vnitřní fosfatidylserin (když buňka spáchá apoptózu, tak se tohle dostane ven a je to značka pro buňky, že jí maj sežrat) – spustí fagocytózu)
- Kooperativita membrán – membrány spolu samovolně splývají, mají přirozenou snahu rozšiřovat se a uzavírat, zacelovat se
- Membránové cukry – na vnější straně PM
  - Obvykle rozvětvené oligosacharidy s méně než 15 monosacharidy
  - Některé se kovalentně vážou k membránovým lipidům – vznikají tak glykolipidy
  - Většina se váže k membránovým proteinům – vznikají tak glykoproteiny
  - Složení oligosacharidů v PM je odlišné u jednotlivých druhů, dokonce může být i v rámci druhu (krevní skupiny AB0)
- Glykokalyx – u živočišných bb, vně PM, několik nm silná vrstva proteinů a polysacharidů napojená na oligosacharidové řetězce PM
- Do fosfolipidové dvojvrstvy zasahují bílkoviny periferní
  - Integrální – spec. transmembránové – procházejí oběma vrstvanmi fosfolipidů, některé z nich se na vnější straně vážou na ECM a na vnitřní straně na cytoskelet

- Význam membránových proteinů
  - Receptory – zachycení/přenos signálu – na vnější straně PM tvoří membránové bílkoviny receptor (signálem je navázán ligand)
  - Přenašeče
  - Enzymatická aktivita – např. syntéza BS
  - Vodivá spojení mezi dvěma buňkami (konexony; mezerové spoje)
  - Rozpoznání buněk mezi sebou
  - Spojníky – integriny – vazba aktinových filament na proteiny ECM
  - Mohou tvořit tzv. buněčný kortex – síť vláknitých proteinů; zpevňují PM, udávají tvar buňce, vylepšují mechanickou odolnost, mohou být využívány při pohybu
- Připevňují se k cytosolovému povrchu (vnitřnímu)

#### 4. Výměna látek mezi buňkou a okolím

- Transport přes membránu
  - Pasivní – bez spotřeby energie – po koncentračním spádu, volně nebo přes přenašeče bílkovinné povahy difúze, osmóza, usndněná difúze
  - Aktivní – vyžaduje energii – i proti koncentračnímu spádu, přenašeče jsou specifické bílkoviny, které přeměňují chemickou energii na osmotickou práci
    - Transport je selektivní

#### Prostá difúze

- Volný průnik membránou nebo kanálem
- Proces fyzikální, není selektivní, průnik PM nelze regulovat
- Hydrofóbní molekuly (plyny, uhlovodíky, MK, estery, steroly, organické kyseliny)
- Malé nenabitě hydrofilní molekuly (močovina, glycerol, oxid uhličitý, alkoholy, voda – pro ní jsou i aquaporiny – jakoby kanály pro vodu)
- Rychlost závislá na koncentračním spádu, teplotě, velikosti molekuly
- Přenos přes kanály - selektivní přenos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> kanály) – rychlost závisí na koncentračním spádu a hustotě kanálů:
  - Možnost regulace – napěťová záklopka (změnou membránového potenciálu), chemická záklopka (vazbou ligandu – iont, nukleotid, neurotransmitter)

#### Osmóza

- Pasivní transport vody
- Voda – silně polární – difúze přes membránu omezená
- Závislá na teplotě a dynamických změnách v uspořádání lipidové dvojvrstvy
- Aquaporiny – u některých membrán . transport 100-1000x rychlejší než by odpovídalo silně polární látce, transport závisí na teplotě
  - Vysoce selektivní
  - Průměr menší než 0,2 nm
  - Více typů
  - Regulovány fosforylací proteinu, propustnost ovlivněna vasopresinem (např. v ledvinách)
- Osmóza – transport vody probíhá do vyrovnání koncentrací roztoků, je provázen změnou objemu
  - Sací síla – osmotický tlak – úměrný molární koncentraci látky a jjeí disociační konstantě

- Osmotické jevy – v hypotonickém prostředí
  - Živočišná buňka – plazmoptýza – nafoukne se
  - Rostlinná buňka – zvětší turgor (tlak uvnitř bky – BS ji zastaví sání vody)
- V hypertonickém prostředí
  - Živočišná – plazmorhiza – smrští se
  - Rostlinná – plazmolýza (odtržení PM od BS)

## Usnadněná difúze

- Přenašeče vysoce selektivní, často přenáší jen jeden typ molekul
- Přenos AMK, cukrů, fosfátového aniontu
- Rychlost závisí na koncentračním spádu, afinitě přenašeče k substrátu, hustotě přenašečů v membráně, rychlosti konformační změny přenašeče
- Možnost regulace (u glukózy řízeno inzulinem – snižuje glu v krvi, zvyšuje v buňkách)
- Přenašeč glukózy – vazebná místa pro glukózu jsou orientována tím směrem, kde je větší koncentrace glukózy

## Aktivní přenos

- Vyžadují energii - i proti koncentračnímu spádu, přenašeči jsou specifické bílkoviny, které přeměňují chemickou energii na somotickou práci
- Transport je selektivní
- Přenašeči jsou obvykle ATPázy
- Primární aktivní transport
  - Užívá energii ATP
  - Vápníková pumpa – udržuje nízkou koncentraci  $\text{Ca}^{2+}$  v cytosolu (pumpuje  $\text{Ca}^{2+}$  ven z buňky nebo do organel (ER, mitochondrie, sarkoplazmatické retikulum (endoplazmatické r ve svalu))
  - Protonová pumpa – v parietálních buňkách žaludku (vytváří kyselé prostředí v žaludku, koncentrování cca 1 000 000x), v distálních sběrných kanálcích ledvin (do lumen tubulů, koncentrování asi 1000x, pH moči je 5,5)
  - $\text{Na}^+/\text{K}^+$  pumpa – viz. Obrázek – na straně cytosolu se na protein váže sodík, tím dojde k aktivaci ATPázové aktivity přenašeče, dojde ke štěpení ATP (pumpa se fosforyluje), dochází ke konformačním změnám sodík se uvolňuje na vnější povrch buňky – tím se na vnějším povrchu odhalí vazebná místa pro draslík; navázání draslíku vede ke defosforylaci ATPázy a tím k návratu...
- Sekundární aktivní transport
  - Využívá energii uloženou v koncentračním gradientu, který se vytvořil primárním aktivním transportem spřažení 2 transportních pochodů
  - Jeden využívá dodání E, druhý vzniklého koncentračního gradientu
  - Takovým přenašečům se pak říká spřažené přenašeče
  - Symport –  $\text{Na}^+$  a glukózy ve sliznici střeva a renálních tubulech (vysoká koncentrace  $\text{Na}^+$  je udržována sodíkovou pumpou)
  - Antiport –  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  v Pm živočišných buněk – regulace pH cytosolu
- Pumpy poháněné světlem – pouze v buňkách halobakterií

## 5. Cytoskelet, jeho funkce a význam, druhy vláken cytoskeletu

- Prokaryoty nemaj – proto může eukaryota dělat mnohobuněčný a prokaryota ne

- Systém bílkovinných trubiček a vláken
- Pojem cytoskelet zaveden v roce 1928
- Funkce
  - Vnitřní opora
  - Transport váčků a organel po buňce
  - Buněčné dělení
  - Kompartimentace buňky
- Složky
  - Mikrotubuly
  - Mikrofilamenta
  - Intermediální filamenta
  - Miktrabekuly
- Mikrotubuly
  - Mechanická kostra buňky, váběžky buněk (axopodie, axony, dendrity)
  - Určují polaritu buňky
  - Transport uvnitř buňky
  - Základem dělicího vřeténka
  - Základem řasinek a bičků
  - Průměr 25nm
  - Přirůstá jenom na jednom koncu – dá se říct kde je začátek a kde je směr pohybu
  - Základní jednotkou je tubulin (dimer, podjednotky tubulin  $\alpha$  a  $\beta$ ) – dutá trubička, na obvodu 13 kuliček tubulinu – globulární bílkovina
  - Autoorganizační proces regulován  $Ca^{2+}$  a  $Mg^{2+}$ , nukleosiddifosfáty a organizačními centry (centrozom)
  - Mikrotubulární organizační centrum
    - U živočišných buněk přibližně uprostřed, poblíž jádra – dvojice centriol (l rátké válcovité struktury, tvořené na obvodu 9 trojicemi mikrotubulů) = centrozom
    - U rostlin centrioly chybí
    - Mikrotubulus polarizován - + konec směřuje do periferie, - konec u organizačního centra
  - Molekulové motory – pohání klouzání jednoho mikrotubulu po druhém, mohou se vázat k organel a táhnout ji do jiné části buňky
    - Dynein – lokomoce, nitrobuněčný konec (od + k -, od periferie ke středu)
    - Kinesin – nitrobuněčný transport (od - k +, od středu do periferii)
  - Kolchicin a vinblastin; taxany, vinkristin – zabraňují tvorbě mikrotubulů
- Mikrofilamenta
  - Tvoří 3rozměrnou síť pod PM – vytváří jakýsi buněčný kortex odpovědný za určení tvaru a pohybu povrchu buňky, důležité i pro spojení buněk mezi sebou v rámci tkáně, k asociaci ECM
  - V sarkomerách umožňuje kontrakci (pohyb myozinu po aktinu)
  - Mikroklyky epitelových buněk, tyčinky sítnice, stereocilie vláskových buněk, mikrovili vazivových buněk, součást desmosomů
  - Kontraktilní prstenec (cytokineze), svalový pohyb, améboidní pohyb (pseudopodia, lamellipodia, stresová vlákna), proudění cytoplazmy, pohyb organel, účast na endo a exocytóze
  - Tloušťka 5-9 nm (uvádí se také 7 nm)
  - Základní jednotkou aktin . 2 vlákna aktinu se obtačejí kolem sebe

- Polarizovaná vlákna
- Aktin má vazebné místo na ATP
- Kratší a ohebnější než mikrotubuly, v buňce jich je větší množství
- Dynamická struktura – na koncích capping proteiny (čepičkovací), za rozlámání jsou odpovědné katastrofiny
- Asociované proteiny
  - $\alpha$ -aktin – tvoří kontraktilní prstenec z aktinu (při cytokinesi)
  - Tropomyosiny – stabilizují aktinomysinový komplex ve svalech – vazba aktinu a myosinu ve svalových vláknech – blokuje vazebné místo myosinu na aktin
  - Myosin – molekulový motor (MI – pohyb měchýřků podél aktinových vláken, MII – vzájemné klouzání aktinových vláken)
- Intermediální filamenta
  - Průměr 10 nm
  - U všech živočišných, rostlinných i houbových buněk
  - Tvoří stálou strukturu – dynamika je velmi pomalá
  - Vlákna nejsou polarizována
  - Okolo jádra tvoří hustou cytoplazmatickou síť, odtud zasahují do periferních oblastí buňky – často bývají zakotvena v PM v místech mezibuněčných spojů
  - Určují tvar buňky, pozici organel v buňce, mechanicky zpevňují tkáň (výběžky nervových buněk, mezibuněčná spojení typu desmosomů)
  - Jaderné laminy
    - Na rozdíl od cytoplazmatických filament podléhají dynamickým změnám (je rychlejší než u cytoplazmatických) – dáno jejich fosforylací a defosforylací
  - Tvořeny několika typy proteinů – patří mezi ně keratiny
    - Čím blíže je buňka k povrchu těla, tím víc keratinu – některým lidem se nevytváří dobře int. filamenta a jejich pokožka je hrozně náchylná na porušení kůže
- Mikrotrabekuly
  - Síť bílkovinných vláken, která tvoří kostru základní cytoplazmy
- Na ně jsou napojeny membránové a cytoskeletární struktury a jsou na nich ukotveny některé enzymy

## 6. Organely související s pohybem buněk

- Řasinky a bičíky
  - Pohyb jednobuněčných organismů, spermii, výstelka DS, vejcovodů, ...
  - Stavební plán 9+2 (9 dubletů po obvodu, 2 tubuliny uvnitř, spojeném nexin)
  - Řasinky – na povrchu ve větším počtu, délka 2-20, pohyb buňky kolmo k ose řasinky, pohybují se synchronně (na rozdíl od bičíků)
  - Bičíky – jeden nebo více, délka 10-200, pohyb buňky v ose bičíku – zakotveny v PM tzv. bazálním tělískem (stejná struktura jako centriola)
  - Bazální tělísko – tvořeno 9 trojicemi mikrotubulů
  - Prokaryotický bičík – flagellin

## 7. Buněčné organely – lokalizace, stavba a funkce

- Protoplazma
  - Směs koloidních a krystaloidních krotoků organických i anorganických látek
  - Protoplazma jádra (nukleoplazma, karyoplazma), protoplazma mimo jádro (základní cytoplasma, cytosol – obsahuje organely a inkluze, enzymy glykolýzy, která v cytoplasmě probíhá, rozpuštěné zásobní a odpadní látky)
  - Mikrotrabekuly – kostra buňky – hyaloplazma (na okraji, bez organel, hustá) x granuloplazma (spíš řidší, organely, grana)
  - Funkce
    - Prostředí pro organely a metabolické děje
    - Transport
    - Tvar
- Jádro a jadérko
  - Dvojitá membrána – póry – přikládání jaderných laminů (fosforylací dochází k rozpadu) → nezbytné k následné reorganizaci po rozdělení buňky
  - Jaderné laminy – uchycené chromozomy
  - Jadérko – specifická oblast obsahující rRNA
  - DNA – chromozomy
- Ribozomy
  - Translace proteinů
  - Složen ze dvou podjednotek – velká a malá
  - Volně v cytoplasmě nebo vazba na ER
  - Tvořeny rRNA (2/3) a bílkovinami
  - Prokaryotní ribozomy 70S (jednotka podle rychlosti sedimentace) (50S+30S)
  - Eukaryotní ribozomy 80S (60S+40S)
  - Když nic nedělá tak jsou podjednotky zvlášť
  - P místo – peptidylové a A místo – akceptorové
- Endoplazmatické retikulum
  - Pokračování kanálků z vnější membrány okolo jádra
  - Může spojovat buňky – plazmodesmata
  - Hladké
    - Syntéza lipidů, metabolismus cukrů, detoxikace drog a jiných škodlivin
    - Ve svalech se z něj vyplavuje Ca
  - Drsné (ribozomy)
    - Proteosyntéza
- Golgiho komplex
  - Systém váčků a trubiček
  - Cisterny – cis strana – dyktiosomy – od CM
  - Trans strana – dál do buňky – sekreční měchýřky
  - Nikdy nedochází k vazbě ribozomů
  - Modifikace látek – glykosylace, sulfatace, fosforylace, napojení MK
  - Skladování proteinů

- Nasměrování látek na místo určení – exocytóza z buňky, doprava do jádra, mitochondrií, lyzozomů, ER do PM
- Syntéza některých sacharidů, navázání sacharidových zbytků na proteiny, poslední úpravy („balení na export“)
- Odštěpují se z něj lyzozomy
- Lyzozomy
  - Membránová organela (jednoduchá membrána – 1)
  - Endocytuje nějaký materiál a udělá se v něm váček, který splyne s váčkem s enzymy, který se odštěpí od GA
  - „buněčný žaludek“
- Vakuoly
  - Rostlinné lyzozomy
  - Větší
  - Jednoduchá membrána – tonoplast
  - Má řadu dalších funkcí – barviva (pouze rozpustná ve vodě – v chloroplastech jsou rozpustná v tucích), zásoba, regulace vody, metabolismus, odpadní (alkaloidy)
- Sekreční váčky
  - Exocytóza
  - Přechné útvary – odškrcené z ER a jdou ven
- Endocytické váčky
  - Odvozené od PM
  - Různý osud
- Peroxizomy
  - Vznik peroxidu vodíku a kyslíku
  - Nepatří do dráhy ER a GA
  - Podílí se na glykolytickém metabolismu souvisejícím s fotorespirací
  - Význam v metabolismu cukrů a detoxikaci řady látek
- Semiautonomní organely
  - Mitochondrie a chloroplasty – obsahují DNA, RNA a ribozomy – probíhá v nich translace – něco si tvoří sama ale hodně proteinů dostává od buňky
  - Mitochondrie
    - Buněčné dýchání
    - Vzniká dělením již existujících mitochondrií – životnost je kolem 7 dní
    - Člověk dědí mitochondrie maternálně – mitochondrie ve spermích jsou značeny ubiquitinem a tím předurčeny ke zničení – velké poškození – nevyplatí se je používat
    - V buňce stovky mitochondrií (až 2 tisíce) – v závislosti na metabolické aktivitě
    - Vnější membrána
    - Vnější membránový prostor – vyplněn tekutinou se stejným složením jako cytoplazma
    - Vnitřní membrána - od vnější se liší zastoupením lipidů a tím i vlastnostmi
    - Lumen mitochondrií – matrix – enzymy potřebné pro oxidaci pyruvátu, oxidaci MK, Krebsův cyklus
  - Chloroplast
    - Fotosyntéza

- Ultrastruktura – vnější a vnitřní obalová membrána – oddělené periplastidovým (intremembránovým) prostorem, grana, tylakoidy, granální a intergranální, stroma
- Může se přeměňovat na jiné plastidy

## 8. Endosymbiotická teorie

- Teorie poprvé formulována 1905 ruským biologem Konstantinem MEREŽKOVSKÝM
- Vysvětluje původ mitochondrií a chloroplastů na základě symbiózy malých prokaryontních buněk a velké prokaryontní buňky, jež se stala předchůdkyní dnešních buněk eukaryotních
- Oddělené nezávislé prokaryotické organizmy, které byly pohlceny do buněk a staly se **endosymbionty**
- Mitochondrie se vyvinuly z proteobakterií a chloroplasty ze sinic
- Vnější membrána – nespecificky propustná pro řadu látek - od hostitele → je propustnější kvůli tomu, že tam někdo furt posílá ty proteiny
- Vnitřní membrána – specificky propustná → původní (prokaryotní)
- Společné znaky pro mitochondrie, plastidy a bakterie
  - DNA
  - Podobná velikost a tvar, stavba vnitřní membrány
  - Proteosyntéza
  - Rozmnožování dělením
  - ....

## 9. Buněčné trávení

- Trávicí (hydrolytické) enzymy vznikají v ribozomech a vstupují dovnitř cisteren drsného ER, z něhož se oddělují váčky, které dopraví enzymy do GK
- Z GK → lysozomy s enzymy → mohou splývat s váčky, které se vytvoří kolem objektů určených ke strávení a enzymy je rozloží
- Hydrolytické enzymy urychlují rozklad složitých řetězců tím, že usnadňují jejich reakci s molekulami vody
- Buňka může přijímat látky z vnějšího prostředí procesem endocytózy – kolem pohlcené potravy vzniká tzv. trávicí vakuola a látky jsou rozloženy trávicími enzymy z lysozomu
- Po smrti buňky se lysozomy podílejí na jejím rozkladu – stráví sama sebe

## 10. Lokalizace metabolických procesů v buňce

- Metabolismus = látková přeměna
- Katabolismus = rozkladný děj → ze složitějších látek látky jednodušší, uvolňuje se E, buněčné dýchání
- Anabolismus = skladný děj → z jednodušších látek látky složitější, spotřebovává se E, fotosyntéza

| Kompartment              | Metabolický proces  |
|--------------------------|---|
| Cytoplazmatická membrána | transport iontů a malých molekul; recepce hormonů                                       |
| Cytoplasma               | metabolismus glukosy; syntéza proteinů; tvorba ATP                                      |
| Mitochondrie             | syntéza RNA; buněčné dýchání; syntéza proteinů; tvorba ATP; oxidace lipidů; syntéza DNA |
| Jádro                    | syntéza RNA; syntéza proteinů; syntéza DNA; úprava RNA                                  |
| Hrubé ER                 | syntéza proteinů  |
| Hladké ER                | syntéza steroidů; detoxikační reakce  |



|                |  |
|----------------|--|
| Golgiho aparát | export proteinů; modifikace a třídění proteinů |
| Lysozom        | buněčné trávení                                |
| Proteasom      | degradace proteinů                             |
| Peroxisom      | odbourávání peroxidu vodíku                    |

## 2. Rozmnožování a diferenciací buněk

---

### Podotázky:

- 1) Jádro a základy dědičnosti
- 2) Mitóza a její fáze
- 3) Mitotický aparát
- 4) Karyokineze a cytokineze u rostlinné a živočišné buňky
- 5) Meióza a její fáze
- 6) Porovnání mitózy a meiózy
- 7) Buněčný cyklus
- 8) Diferenciací a dediferenciací buněk
- 9) Pletiva – charakteristika a typy
- 10) Tkáně – charakteristika a typy

### Odborné pojmy:

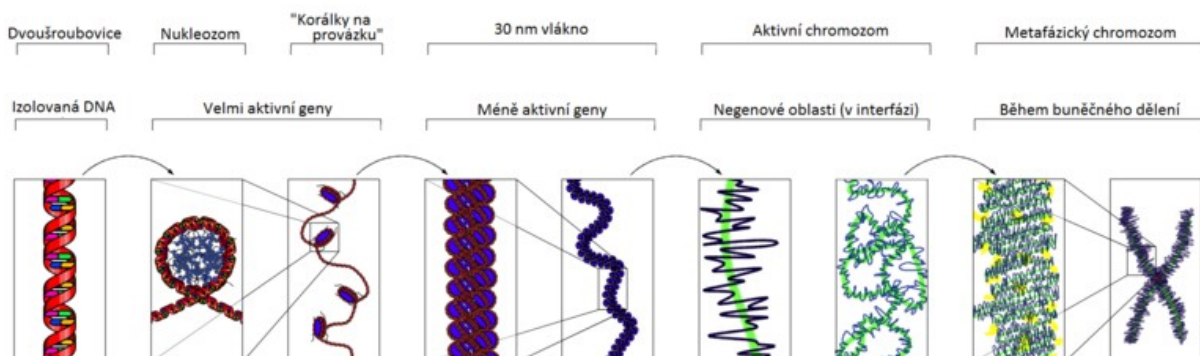
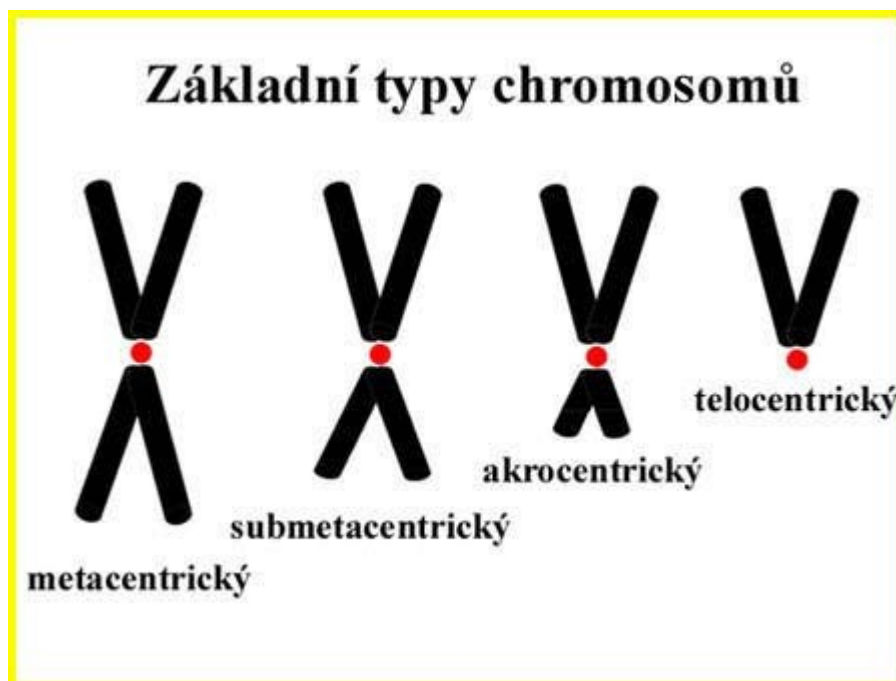
- **Diploidie** = přítomnost dvou sad chromozomů v buňce (celkem  $2 \times 23$ )
- **crossing – over** = překřížení dvou nesesterských chromatid
- **chromatidy** = „nožičky“ chromozomu, zatočená vlákna s DNA
- **karyotyp** = soubor všech chromozomů v jádře buňky
- **chromatin** = jaderná hmota je komplex DNA a proteinů, které dohromady tvoří nukleohistonové (chromozomové) vlákno
- **centriola** = živočišná organela (u rostlin něco podobného), organizační centrum mikrotubulů (při dělení buněk), indukuje vznik druhé centrioly před mitózou, řídí činnost bičků a řasinek
- **interfáze** = fáze, kdy se buňka nerozmnožuje, období mezi dvěma mitózama
- **kalus** = hojivé rostlinné pletivo
- **apoptóza** = naprogramovaná buněčná smrt
- **epitely** = je tkáň tvořená buňkami, které na sebe těsně naléhají, a minimem mezibuněčné hmoty, fylogeneticky nejstarší typ tkáně

- 
- Buňky se rozmnožují mitoticky - mateřská buňka se dělí na dvě buňky dceřinné, shodné ve všech vlastnostech s buňkou mateřskou, nebo meioticky (pohlavní buňky), mateřská buňka se dělí na čtyři haploidní dceřinné buňky, které se od ní vlastnostmi liší
  - Dělení buněk je podmínkou růstu a rozmnožování

### 1. Jádro a základy dědičnosti

- **Jádro** (nukleus, karyon) je ústřední jednotka buňky, může obsahovat i více jadérek
  - dvojitá membrána s póry
  - uvnitř je chromatin → při dělení se chromatidy v něm uspořádají v chromozómy
  - DNA a bílkoviny (histony) → nukleohistonové jádro

- vnitřní hmota - karyoplasma (jaderný skelet)
- obsahuje jadérko – RNA a proteiny, vznikají zde ribozómy, syntéza rRNA
- jaderný obal - spojen s ER, obsahuje jaderné póry → transportní struktury
- **chromozóm** je vlákno - velmi dlouhá molekula DNA + bílkoviny histony (nukleohistonové jádro), stáčí se do šroubovice
  - chromatidy = dvě podélné shodné poloviny, „nožičky“, 1 chromatidy = 1 molekula DNA
  - centromera = odděluje 2 ramena chromozómu, spojuje obě chromatidy
  - diploidní sada chromozomů – 2 stejné sady chromozomů (somatické buňky)
  - haploidní sada chromozomů – 1 sada chromozomů (pohlavní buňky)
  - Genom = soubor všech genů
  - Po S fázi má tělní buňka 92 molekul DNA = 92 chromatid
  - V interfázi chromozomy nejsou vidět – chromatin → kondenzuje se až v mitotické fázi
  - Euchromatin (volněji smotaná část vlákna DNA, aktivní transkripce genů) a heterochromatin (těsně smotaná část DNA, oblasti, které se nikdy nebo zřídka přepisují)
  - Nukleozom = DNA smotaná okolo histonového komplexu (je kladně nabitý – DNA záporná) – vlákno nukleozomů se stáčí do šroubovice a vytváří tak solenoid
  - Typy chromozomů
    - Metacentrický, submetacentrický, akrocentrický, telocentrický



## Dědičnost znaků z hlediska toho, jak se daný druh rozmnožuje:

- a) **pohlavně:** potomkovi je předána polovina genetické informace od matky a polovina od otce
- b) **nepohlavně:** nový jedinec vzniká z jedince původního → zdědí 100% genů svého jediného „rodiče“
- c) **zvláštní situace**, např. u tasemnic: vznikají různé potomkové - tasemnice je hermafrodit (tvoří samčí i samičí gamety). Dědičná informace v gametách ale může být různá, proto potomci tasemnice nejsou všichni identičtí, jak je tomu u bakterií

## Základní zákonitosti dědičnosti u eukaryotních organismů

### 1. Autozomální dědičnost

- týká se dědičných znaků uložených na autozomech
- u každého diploidního jedince: 1 alela otcovská a 1 alela mateřská → jejich dědičnost podléhá základním pravidlům kombinatoriky= **3 MENDELOVY ZÁKONY**

### 1. MENDELŮV ZÁKON

- zákon o uniformitě  $F_1$  generace (první filiální generace potomků)
- křížení 2 homozygotů → potomci genotypově i fenotypově jednotní
- křížení dvou různých homozygotů → potomci jsou heterozygotní hybrid

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
|          | <b>A</b> | <b>A</b> |
| <b>a</b> | Aa       | Aa       |
| <b>a</b> | Aa       | Aa       |

**P** ... parentální generace (rodičovská)  
**F<sub>1</sub>** – první filiální generace  
**F<sub>2</sub>** – druhá filiální generace

Při křížení dvou homozygotů (dominantního - AA a recesivního - aa) vzniká jednotná generace potomků - heterozygotů se stejným genotypem (Aa) i fenotypem.

### 2. MENDELŮV ZÁKON

- zákon o náhodné segregaci (štěpení) genů do gamet
- při křížení 2 heterozygotů může být potomkovi předána každá ze dvou alel (dominantní i recesivní) se stejnou pravděpodobností, dochází tedy ke genotypovému (potažmo fenotypovému) štěpení
- pravděpodobnost pro potomka je tedy 25% (homozygotně dominantní jedinec) : 50% (heterozygot) : 25% (homozygotně recesivní jedinec)

- genotypový štěpný poměr = 1:2:1
- fenotypový štěpný poměr = 3:1
- pokud je mezi alelami vztah kodominance, odpovídá fenotypový štěpný poměr genotypovému

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
|          | <b>A</b> | <b>a</b> |
| <b>A</b> | AA       | Aa       |
| <b>a</b> | Aa       | aa       |

### 3. MENDELŮV ZÁKON

- zákon o nezávislé kombinovatelnosti alel
- při zkoumání dvou alel současně dochází k téže pravidelné segregaci
- dihybrid AaBb může tvořit 4 různé gamety – AB, Ab, aB, ab
- při vzájemném křížení dvou takových dihybridů vzniká z těchto gamet 16 různých zygotických kombinací, některé se ale opakují. Výsledkem je **9 různých genotypů a 4 možné fenotypy**
- fenotypový štěpný poměr = 9:3:3:1

- zákon platí pouze, když sledované geny jsou na různých chromozomech, nebo je jejich genová vazba natolik slabá, že nebrání volné kombinovatelnosti

**Rozdělení genotypů**

|    | AB   | Ab   | aB   | ab   |
|----|------|------|------|------|
| AB | AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| Ab | AABb | AAbb | AaBb | Aabb |
| aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| ab | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

1:2:1:2:4:2:1:2:1

**Rozdělení fenotypů**

|    | AB   | Ab   | aB   | ab   |
|----|------|------|------|------|
| AB | AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| Ab | AABb | AAbb | AaBb | Aabb |
| aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| ab | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

9:3:3:1

## 2. Gonozomální dědičnost

- týká se dědičných znaků uložených na gonozomech – pohlavních chromozomech  
 - primárně jde o znaky určující pohlaví jedince → velmi zjednodušeně řečeno: pohlaví je určeno kombinací gonozomů X a Y.

→ gonozomálně se dědí i další dědičné znaky uložené na gonozomech

- navíc i některé [choroby](#):

→ např. hemofilie, daltonismus, svalová dystrofie

- tyto choroby podmiňuje recesivní alela z chromozomu X

- postihují především muže, vzácně ženy, u žen přenašeček se neprojeví (pouze výjimečně)

## 3. Dědičnost kvantitativních znaků

- mnohem složitější – podílí se na nich více genů malého účinku

- vliv na projevy těchto znaků má prostředí, potrava, světlo, teplota apod.

- projev znaku v generaci vyjadřuje [Gaussova křivka](#) (průměrné hodnoty mají v populaci nejvyšší procento zastoupení, jedinců s extrémními hodnotami je výrazně méně)

- výška, hodnota krevního tlaku, váha... většinou znaky, které se dají vyjádřit číselným údajem

## 2. Mitóza a její fáze

### • Mitóza

○ Fáze mitózy: profáze, metafáze, anafáze, telofáze

○ POSTMITOTICKÁ BUŇKA: buňka, která už se nebude dělit (diferencovaná), není to to samé jako G0 fáze (protože z něj se lze vrátit do cyklu)

- např. specializované b. jako neurony, buňky pokrývající stěnu v tenkém střevě, svalové buňky (*Pozor! Často někteří autoři označují jako postmitotickou b. i tu v G0 fázi*)

### 1) Profáze

- chromatida je scukne na 1/100 své původní délky

- chromozomy se kondenzují a spiralizují (jsou viditelné a barvitelné) - útvar ze dvou sesterských chromatid spojených k sobě

- mizí jaderná blána a jadérko

- v cytoplazmě se u opačných pólů jádra vytváří základ dělicího vřetenka

### 2) Metafáze

- nejdelší část mitózy, trvá cca 20 min.

- chromozómy se dostávají do ekvatoriální roviny dělicího vřeténka (nebo jsou-li velké, aspoň jejich centromery)
- na kinetochor se připojují mikrotubuly dělicího vřeténka z obou protilehlých centrozomů
- chromozómy jsou rozštěpeny na dvě identické poloviny s výjimkou centromery

### 3) Anafáze

- nejkratší část mitózy
- rozdělí se i centromery každého chromozomu
- zkracování mikrotubulů - chromozómy se rozcházejí k opačným pólům dělicího vřeténka
- celá buňka se protahuje
- na konci anafáze jsou na opačných pólech dvě ekvivalentní skupiny chromozomů

### 4) Telofáze

- nekinetochorové mikrotubuly se protahují ještě více
- dceřinná jádra vznikají na opačných pólech buňky
- již v telofázi začíná cytokineze
- chromozómy se začínají despiralizovat a ztrácí barvitelnost
- vytvářejí se jadérka, z membrán ER vzniká jaderná membrána
- takto vzniklá jádra mají stejný počet chromozomů ale poloviční obsah DNA než mateřské jádro
- obvykle hned následuje cytokineze



## 3. Mitotický aparát

- složen z centriol a dělicího vřeténka, které se skládá z mikrotubulů
  - funkce: zabezpečuje přesné rozdělení chromozomů do dceřiných buněk
- Dělicí vřeténko
  - buněčná struktura, nezbytně nutná k [mitóze](#)
  - skládá se z [mikrotubulů](#) (astrální, kinetochorové, překryvné nebo také polární), které „vyrůstají“ z [centrozómů](#) na obou koncích [buňky](#)
- Kinetochor
  - struktura složená z proteinů a specifických sekvencí DNA v centromeře
  - chromozom má dva kinetochory orientované v opačných směrech (některé mikrotubuly dělicího vřeténka se napojí na kinetochory)

## 4. Karyokineze a cytokineze u rostlinné a živočišné buňky

- cytokineze
  - vzniká přepážka mezi dceřinými buňkami
  - trojí způsob
  - pučení- typické pro některé prvky, kvasinky; na mateřské buňce se vytvoří pupen (nestejně množství cytoplazmy), který se oddělí a teprve později doroste.
  - rýhování – živočišná buňka, dostředivé dělení, buňka se „zaškrť“ od krajů do středu

- přehrádečné dělení- rostlinná buňka, odstředivé dělení, přehrádka mezi buňkami vzniká od středu ke kraji
- amitóza - jádro se dělí nerovnoměrně bez vytvoření chromozomů. Následně probíhá dělení ostatní buňky. Hlavně nemocné buňky a prokaryota.
- Některé buňky se dělí celý život (kůže), většina buněk je v G0 fázi (ale jsou připraveny se dělit v případě zranění - např. buňky jater)
- Mechanismus regulace buněčného cyklu → kontrolní body: G1 (nejdůležitější), G2, M (bylo vše rozděleno spravedlivě), před mitózou signál „vpřed“
- Některé buňky dospělého člověka zřejmě ztratily schopnost se dělit
- Polyploidie = zmnoží se chromozomová sada, aniž se rozdělí jádro, výsledné jádro má násobek původních chromozomů (u rostlin) (někdy se nedělí celá buňka, ale jen jádro)

## 5. Meióza a její fáze

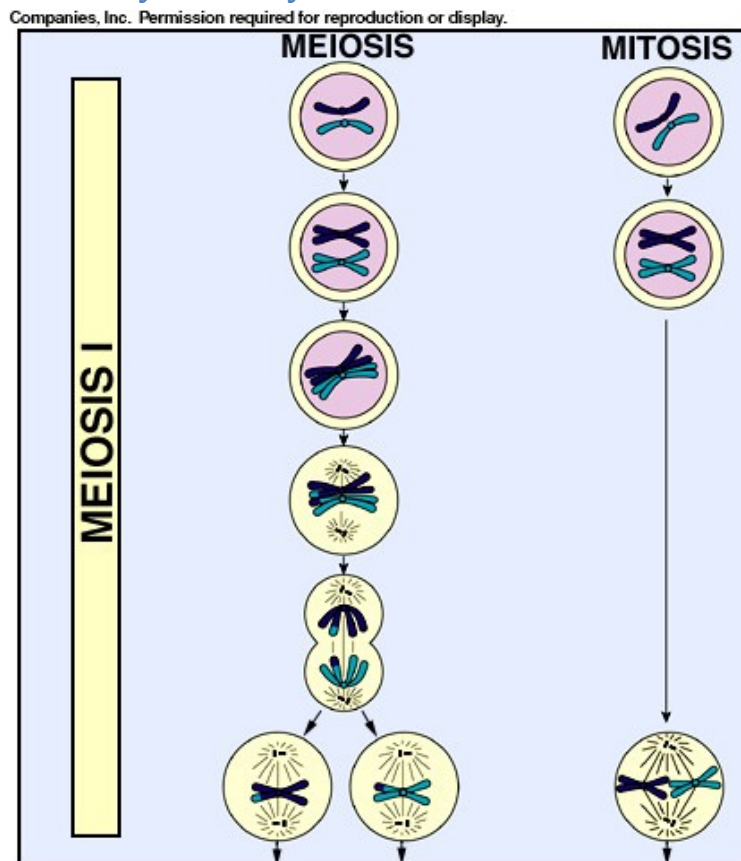
- redukční dělení, výsledkem jsou čtyři dceřinné buňky (z jedné diploidní vznikají čtyři haploidní)
  - Dvě po sobě jdoucí dělení
  - **Meióza I (heterotypické = redukční dělení)**
    - **Interfáze I**
      - Replikace chromozomů
      - sesterské chromatidy zůstávají spojeny v centromerách (jako u mitózy), centrosomy se rovněž replikují
    - **Profáze I**
      - delší a komplikovanější než u mitózy
      - chromozomy se kondenzují, ale homologické zůstávají těsně u sebe
      - Homologické chromozomy jsou spojeny (jeden od maminky, druhý od tatínka)
      - Chromatidy se překříží = Crossing over (v chiasmatu) → rekombinace (vznik nových sestav alel), segregace (rozchod do nových buněk)
      - Vzniká dělicí vřeténko, dělení normálka
      - Vazba genu: geny na jednom chromozomu, vazba úplná x neúplná
      - Zaháčkuje se kinetochor, ekvatoriální rovina
    - **Metafáze I**
      - chromozomy v ekvatoriální rovině, homologické ch. stále u sebe
      - Mikrotubuly jednoho centrozomu jsou připevněny ke kinetochoru
    - **Anafáze I**
      - chromozomy se oddělují a směřují k opačným pólům buňky
      - Sesterské chromatidy ale zůstávají u sebe a chromozom se nedělí, putuje celý k jednomu pólu buňky - jeho homolog putuje ke druhému pólu
    - **Teolofáze I**
      - zpravidla začíná cytokineze
  - **Meióza II (homeotypické = rozchod chromatid)**
    - Není zde S-fáze (*There is no time to replicate DNA*)
    - Vytváří se dělicí vřeténko, chromozomy migrují do ekvatoriální roviny
    - Na opačných pólech buňky se tvoří jádra
- Pohlavní chromozomy: gonozomy - X a Y (23. pár), autozomy - ostatní chromozomy (22 párů)

- Zygota - splynutí dvou haploidních gamet (spermie a oocyt), složena z haploidních buněk → vznik diploidní buňky
- Rekombinace alel, nezávislá segregace = rozchod chromatid ve druhé fázi meiózy, kombinace se může „rozdělit“ do různých spermií (někdy tedy zdánlivě ke změně nedojde) – u hnědookého rodiče může být i modrooké dítě!
- Orientace holomogního páru vzhledem k pólům buňky je náhodná

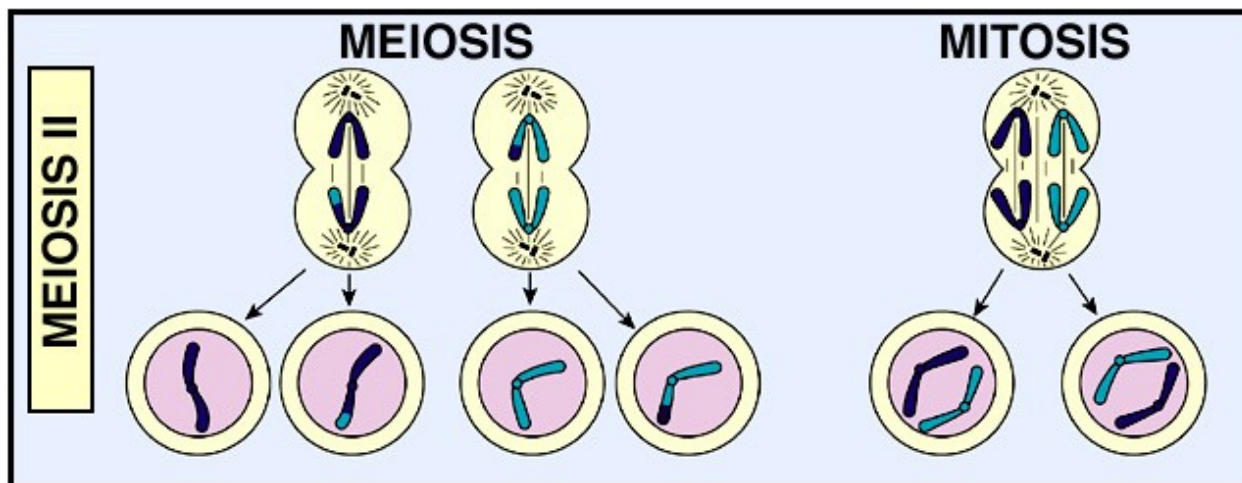
### Chromozomové mutace

- Deficience = ztráta koncové části chromozomu
- Delece = ztráta vnitřní části
- Duplikace = zdvojení části
- Inverze = převrácení úseku
- Translokace = část chromozomu přemístěn na jiný (problém u potomků)
- Fragmentace = rozpad

## 6. Porovnání mitózy a meiózy







- Výsledkem mitózy – 2 diploidní buňky
- Výsledkem meiózy – 4 haploidní buňky

## 7. Buněčný cyklus

- **Interfáze** – 90%
  - **G1** = postmitotická fáze, předsyntetická
    - metabolická aktivita
    - může být velice rychlá (např. u buněk embrya), některé buňky v G1 fázi zůstávají (nervové)
    - součástí G1 fáze je KONTROLNÍ BOD (uzel) celého buněčného cyklu
    - doba trvání: 1/3 cyklu
  - **S** – probíhá replikace DNA, 1/3 cyklu, dochází ke zdvojení jaderných chromozomů, které se od sebe oddělí až v anafázi
  - **G2** = premitotická fáze
    - metabolická aktivita, buňka dále roste, přibývá v ní buněčných struktur
    - 1/4 doby cyklu
  - Obecně v interfázi probíhá
    - tvorba buněčné stěny, cytoplazmy, vznikají membrány
    - růst buňky
    - dělí se organely
  - Pozdní interfáze:
    - Jádro obsahuje více jadérek (nucleoli)
    - Mimo jádro dva centrozomy, vzniklé původně replikací jednoho centrozomu
    - Mikrotubuly rostou z centrozomů všemi směry (hvězda)
    - Chromozomy jdou do S fáze, replikují se, ale ještě nejsou pozorovatelná

### Generační doba buňky

- dána trváním buněčného cyklu, podmíněna geneticky, liší se

- tkáně živočichů několik hodin, prvoci až 24 hodin
- geneticky naprogramovaná doba se realizuje za optimálních podmínek, při úplném nedostatku živin se buněčný cyklus zastavuje

### Regulace buněčného cyklu

- fáze jsou řízeny chemickými látkami (mitogenetickými faktory)
- stimulanty x inhibitory
- u rostlin fytohormony, u člověka látky typu polypeptidů nebo malých bílkovin obsažených v krevním séru
- vlivem některých látek, působením virů či jinými podněty může být cyklus narušen- např. nekontrolované rakovinové bujení

## 8. Diferenciace a dediferenciace buněk

= rozrůznění buněk na odlišné typy strukturně i funkčně

- všechny buňky mají stejný, tj. úplný genetický základ, ale při své specializaci uplatňují jen **části této** informace → vliv různých regulačních mechanismů (aktivace/ blokáda skupin genů)

- jinou část informace uplatní osteocyt, neuron, hepatocyt...
- diferenciace je postupná, začíná od časných fází prenatálního vývoje
- může se projevit už u jednobuněčných organismů (např. tvorba spor a cyst u bakterií/prvků)
- po celý život je podněcována v kostní dřeni na erytrocyty erythropoetinem (játra)

- některé buňky mají možnost dediferenciace – uplatňuje se při hojení a regeneraci tkání
- závisí na stupni vývoje organismů – u vyšších je omezená

### Diferenciace buněk tkání a pletiv

- nerealizuje se celý obsah genetické informace, ale jen její část
- v každém typu buňky se aktivuje určitý soubor genů, jiné geny zůstávají blokovány
- příčiny vyvolávající diferenční genovou aktivitu, nejsou zatím přesně známy

1. Vzájemné působení cytoplazmy a jádra
  - cytoplazma vajíčka není homogenní a při rýhování se tak dostává do odlišného prostředí
2. Vzájemná komunikace buněk
3. Vzájemné působení různých částí embrya na sebe
  - nervová trubice embrya obratlovců vzniká v místě spojení ektodermu a mezodermu; pokusy dokázaly, že se začne vyvíjet i pokud se mezoderm aplikuje do jiné části těla embrya

### Tkáně se mění a jsou obnovovány různými způsoby:

- Nervy nejsou obnovovány vůbec
- Kost je kompletně odbourána osteoklasty a nahrazena (osteoblasty každých 10 let)
- Krevní buňky vznikají v kostní dřeni a mají životnost 120 dní
- Kmenové buňky jsou stálým zdrojem terminálně diferencovaných buněk

### Terminálně diferencované buňky

- Terminálně diferencované buňky nejsou schopny se dále dělit (např. buňky střeva, kůže, erytrocyty)

- vznikají z výchozích prekurzorových buněk = kmenových buněk

### **Kmenové buňky**

- Nejsou diferencované a mohou se dělit bez omezení
- Pokud se KB dělí, každá dceřinná buňka buď zůstává kmenovou buňkou, nebo se stává buňkou diferencovanou
- KB nejsou diferencované, ale mnohé jsou determinované = exprimují soubory proteinů genové regulace, které zajišťují, že KB budou produkovat specifický typ buněk
- KB ve střevě se mohou diferencovat v několik typů buněk – absorpčních a sekrečních, tzv. pohárkových buněk
- Fce
  - Protože KB mohou proliferovat nebo generovat diferencované dceřinné buňky, zajišťují růst a opravu tkání a jejich normální obnovu
  - Tento přístup je základem léčby leukemie u lidí užitím transplantace kostní dřeně

### **Náhrada poškozených buněk a orgánů**

- transplantace orgánů je limitována dostupností orgánu a jeho imunologickou rejekcí
- transplantace kostní dřeně u zvířat ukázala, že některé hemopoetické buňky se mohou diferencovat do „nepříbuzných“ buněčných typů, např. svalových buněk

### **Diferenciace buněk epidermis kůže**

- Pokožka kůže je mnohvrstevný epitel s kmenovými buňkami v bazální vrstvě
- Buňky se pohybují z místa vzniku na lamina basale kolmo k plochým vrstvám epitelu

### Programovaná buněčná smrt (apoptóza)

- vyvolána aktivací specifických genů
- buňka se rozpadá na váčky obalené biomembránou a její DNA je definitivně rozštěpena endonukleázami
- tento způsob smrti není spojen s imunitní reakcí, nedochází k zánětu
- naopak násilné poškození buněk vede k nekróze, rozpadu a vzniku zánětu

Význam – eliminace poškozených buněk, velký význam v ontogenezi:

Příklady významu apoptózy v ontogenezi:

1. Končetiny - zánik buněk na autopodiu, který vede k vývoji jednotlivých prstů (porucha: syndaktylie - AD)
2. Müllerovy nebo Wolfovy vývody podle toho, které pohlaví se vyvíjí. U mužů zanikají vlivem Müllerovy inhibiční substance, kterou produkují Sertoliho buňky, Müllerovy vývody, u žen Wolfovy.
3. Ledviny - morfogeneze tubulů a glomerulů - mírně zde probíhá apoptóza po celý život (patologicky až hypotrofie)
4. PNS - periferní nervy jsou založeny v nadbytku. Přežijí jen ty, co se spojí se svaly.
5. Apoptóza má význam i pro vývoj

## 9. Pletiva – charakteristika a typy

Pletivo: soubor morfologicky podobných buněk, které plní určitou funkci u rostlin

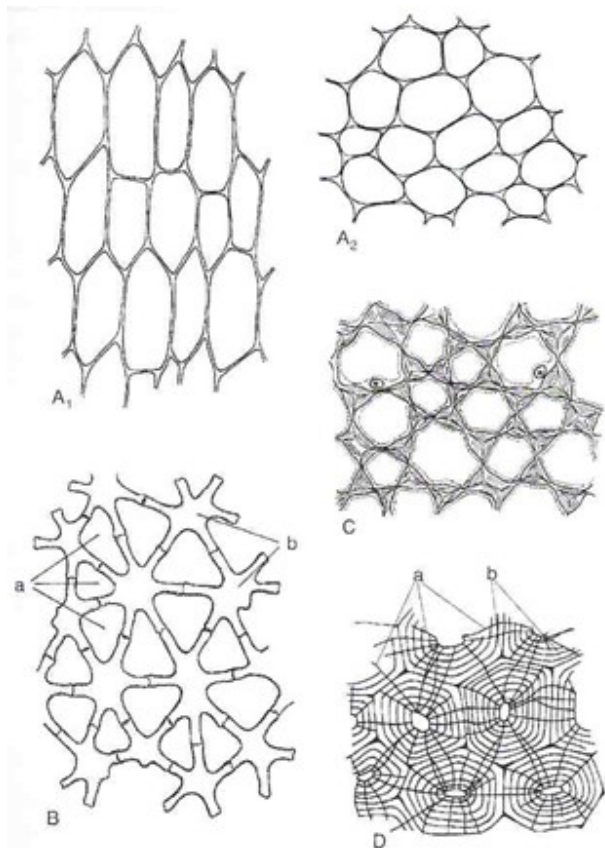
Dělení rostlinných pletiv:

[http://biomach.wz.cz/botanika\\_pletiva.htm](http://biomach.wz.cz/botanika_pletiva.htm)

### • Podle tloušťky buněčných stěn a mezibuněčných prostor

---

- Odlišná tloušťka buněčných stěn, která vzniká při sekundárním tloušťnutím stěn, předurčuje zvláště budoucí fyzikální vlastnosti pletiva - jako je pevnost, odolnost, pružnost nebo naopak dužnatost či nadýchanost pletiva.
  - **Parenchym** - tvořen tenkostěnnými buňkami s četnými mezibuněčnými prostory (interceluláry). Toto pletivo je velmi tvrdé a musí být obvykle chráněno a vyživováno jinými typy pletiv. Podle konkrétní funkce se často vymezují speciální druhy parenchymu:
    - Palisádový parenchym - buňky jednosměrně protáhlé, kolmé k povrchu (hlavní fotosyntetizující pletivo v listech)
    - Merenchym - kulovité buňky (př. výplně v mladých částech rostlin)
    - Aerenchym - oválné buňky, s mezibuněčnými prostory, které jsou vyplněné vzduchem (častá adaptace u vodních rostlin)
    - Prosenchym - protažené buňky s šikmými přepážkami, nejsou zde žádné mezibuněčné prostory, (př. cévní svazky)
    - Chlorenchym – parenchym s primárně fotosyntetickou funkcí, obsahuje plastidy
    - Transferový parenchym – umožňuje transport na krátkou vzdálenost
  - **Kolenchym** - buňky mají stěny výrazně ztlustlé v rozích či po stranách (př. řapíky listů), to jim dává zároveň velkou pružnost, či ohebnost, zároveň ale i houževnatost.
  - **Sklerenchym** - silně ztlustlé buněčné stěny, buňky propojeny plasmodesmaty. Často bez živého obsahu, jednotlivé buňky - sklereidy. Mají nejčastěji strukturně zpevňovací funkci. (př. stěna pecky, kamenné hrudky v dužině hrušky...)



#### 14. Základní typy

#### rostlinných pletiv

(A, B – Kincí 1981,  
C, D – Kultjasov 1953)

A – parenchym z dužniny  
bezu černého (*Sambucus  
nigra*) na podélném (A<sub>1</sub>)  
a příčném řezu (A<sub>2</sub>);

B – aerenchym stonku  
sítiny (*Juncus*);

a – mezibuněčné  
prostory,  
b – hvězdicovité buňky;

C – rohový kolenchym  
ze stonku tykve obecné  
(*Cucurbita pepo*);

D – sklerenchym na  
příčném řezu (schéma);

a – plazmodezmy,  
b – vrstvy celulózy  
impregnované ligninem

#### • Podle funkce (resp. podle stupně vývoje)

##### • Dělivá pletiva (meristémy)

- Původní (protomeristémy) - na růstovém vrcholku stonku a kořene
- Prvotní (primární meristémy) - vznikají z protomeristému, postupně se mění na pletiva trvalá
- Druhotná (sekundární meristémy) - vznikají obnovením dělivé funkce trvalého pletiva (kambium, felogén) u rostlin s druhotným tloušťnutím (rostliny, jejichž stonky/kořeny během vývoje tloustnou - hlavně dřeviny).
- Skrytá (latentní meristémy) - buňky dělivého pletiva roztroušené na některých místech mezi buňkami trvalých pletiv, aktivují se jen za určitých okolností

##### • Pletiva trvalá

- Krycí (pokožka, průduchy, trichomy, hydatody, korek...)
- Vodivá (cévní svazky s částí dřevní (xylém) a lýkovou (floém)
- Základní (v prostoru mezi krycími a vodivými): má základní funkce, jako je fotosyntéza, zásoba živin a vody, někdy nadlehčují rostliny, někdy vyměšují pryskyřice a silice
- Zpevňovací

### + Nepravá pletiva hub

- Nepravá pletiva jsou typická pro **houby** (tedy nikoliv rostliny) a vznikla druhotným seskupením původně volných buněk
  - Patří mezi ně: **Pseudoparenchym, Plektenchym, Prozenchym**
- 

## 10. Tkáně – charakteristika a typy

tkáň: soubor morfologicky podobných buněk, které plní určitou funkci  
Dělení tkání:

1. **epitelová tkáň** (krycí): tvořena buňkami, které na sebe těsně naléhají, často jsou spolu pevně spojeny a je mezi nimi minimum mezibuněčné hmoty. Kryje vnější nebo vnitřní povrchy organismu, má žláзовou funkci (většina žláz v těle, včetně jater, slinivky, štítné žlázy adenohipofýzy, je tvořena epitelovou tkání), specializované epitely mají smyslovou funkci (neuroepitel) nebo podpůrnou (epitelové retikulum brzlíku)
2. **pojivová tkáň**: Pojivová tkáň má rozmanitý vzhled i funkci. Společným znakem je [mezenchymální](#) původ a velké množství mezibuněčné hmoty. V organismu zastává mechanickou a podpůrnou funkci
  - vazivo
  - chrupavka
  - kost
3. **svalová tkáň**: Buňky tvořící svalovou tkáň mají v cytoplasmě vláknité struktury, myofibrily, tvořené kromě dalších bílkovin [aktinem](#) a [myosinem](#). Jejich schopnost kontrakce je podkladem funkčních vlastností tkáně.
  - Hladká
  - Příčně pruhovaná
  - Srdeční
4. **nervová tkáň**: Nervová tkáň je specializovaný typ tkáně, původem z [neuroektodermu](#). Je tvořen dvěma typy buněk: neurony a gliovými buňkami
5. **tekutá (trofická) tkáň**:
  - [tkáňový mok](#)
  - [krev](#)
  - [krvomíza](#) (hemolymfa)
  - [míza](#)

# 3 – Obecné vlastnosti organismů, prokaryotní organismy, viry, priony

## Podotázky:

- 1) Obecné vlastnosti organismů
- 2) Nebuněčné formy života
- 3) Stavba viru a životní cykly virů, druhy virů
- 4) Virová onemocnění – přenos, léčba, prevence
- 5) Stavba a tvar prokaryotické buňky
- 6) Porovnání a charakteristika domén Archaea a Bacteria
- 7) Rozmnožování a klidová stádia bakterií
- 8) Druhy bakterií podle metabolismu a způsobu přenosu
- 9) Bakteriální onemocnění – přenos, léčba, prevence
- 10) Význam bakterií a jejich praktické využití, biotechnologie, genetické inženýrství

## Odborné pojmy:

- **Provirus** = stádium, respektivně druh virové infekce, při kterém je nukleová kyselina viru začleněná do genomu hostitelské buňky
- **Endemie** = šíření nemoci v určité omezené oblasti
- **onkovirus** = virus transformující buňky na nádorové (většinou je nutný ještě další činitel)
- **prion** = infekční částice tvořené pouze molekulou bílkoviny, priony jsou původci neurodegenerativních onemocnění lidí a zvířat
- **inkubační doba** = představuje období mezi vstupem nákazy do organismu a vypuknutím nemoci
- **imunizace** = děj, při kterém je jedinec vystaven působení látky (=imunogen), která je uzpůsobená tak, že posiluje jeho imunitní systém
- **retroviry** = zvláštní typ RNA virů, mezi ně patří virus HIV
- **bakteriofág** = vir napadající bakterie
- **plazmid** = malá kruhová molekula DNA, která je schopna replikace, přirozeně se vyskytuje v cytoplazmě bakterií
- **vodní květ** = charakteristické zelené zbarvení tekoucích i stojatých vod do zelena, je způsobováno přemnožením mikroorganismů, hlavně sinic

## 1) Obecné vlastnosti organismů

- chem. složení (NK, bílkoviny, molekulární složky)
- metabolismus (látková výměna) -> výměna látek, informací a energie s okolím,
- dědičnost,
- proměnlivost,
- pohyb
- rozmnožování
- vysoká organizovanost
- vnitřní složitost (funkční stupňovité uspořádání), dráždivost, růst a vývoj (ontogeneze)
- schopnost vyvíjet se (fylogeneze)
- schopnost autoregulace

### Chemické složení organismů

- prvky v organismech
- *biogenní*:
- dělení: makrobiogenní, oligobiogenní, mikrobiogenní, ultramikrobiogenní, neplatí pro každou buňku
- význam prvků: biokatalyzátory (**Fe** - hemoglobinu, v některých buň. barvivech, **Cu** - hemocyaninu, syntéza hemoglobinu, redoxní děje)
  - makroelementy: (11 prvků): **C, O, H, N** (95%) + **S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl** (4,9%)
  - mikroelementy: **Co** (vitamin B12), **Mn** - játra a ledviny, **V** (součást krevního barviva u sumek), **Zn** (zvyšuje účinek pohlavních hormonů u savců), **I** (tyroxin, mořské chaluhy)
  - zvláštní bakterie v jezeře v Kalifornii: používají místo fosforu arsen- i ve fotosyntéze
- *anorganické sloučeniny*:
  - **VODA** (rozpouštědlo, regulátor teploty, chem. aktivátor pro metabolické děje), molekula vody- medvídek
  - **SOLI** (podoba iontů - osmóza, zpevňující látky, tok vody membránou - pasivní transport, enzymy - fce makromolekul, spoluvytvářejí ústojné roztoky - pufrý, komplex s makromolekulami, vázané na molekuly)
  - **PLYNY** (i vzdušné- N, O, CO<sub>2</sub> ; rozpuštěny dle parciálních tlaků v cytoplazmě, součást pufrů - u člověka uhličitánový pufr)
- organické (ústrojné) komplexy:
  - **NÍZKOMOLEKULÁRNÍ**: malé organické molekuly - org. kyseliny, AK, monosacharidy, oligosacharidy (sacharóza)
  - **MAKROMOLEKULÁRNÍ**: bílkoviny, polysacharidy, lipidy, NK, org. molekuly se zvláštní fcí
  - **ORG.MOLEKULY SE ZVLÁŠTNÍMI FUNKCEMI**
  - **NADMOLEKULÁRNÍ KOMPLEXY**

## 2) Nebuněčné formy života

- **Priony**
  - infekční bílkoviny, vadná forma tzv. prionové bílkoviny, která je normálně v organismu prospěšná (má se za to, že sehraává důležitou úlohu při odpočinku a spánku)
  - změna konformace (nová izoforma) → mimořádná odolnost vůči různým fyzikálním vlivům, prakticky absolutní odolnost proti štěpným enzymům odklízejícím vadné



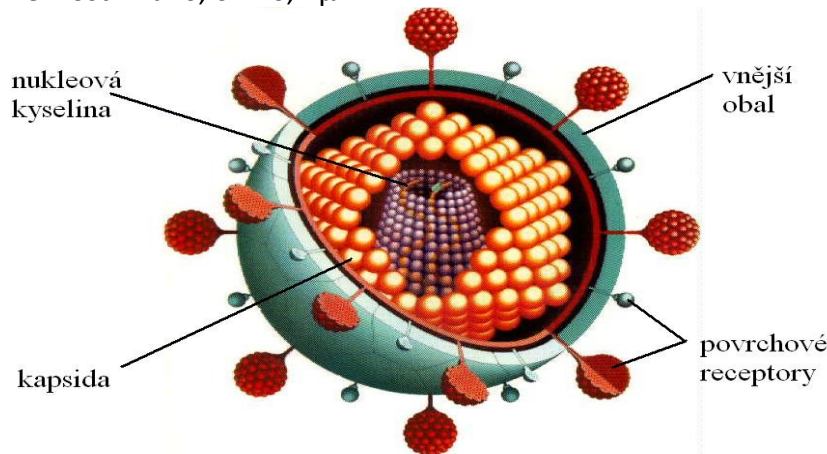
bílkoviny a schopnost navazovat se na zdravé formy prionových bílkovin a konvertovat je na svoji vadnou formu („zblbne“ ostatní bílkoviny)

- následkem je, že se v buňce hromadí rostoucí chuchvalce propojených vadných molekul prionové bílkoviny, kterých se ona nedokáže zbavit, posléze je zcela zaplněna a uhynie
- odolávají
  - protilátkám (enzymům štěpícím bílkoviny)
  - vysokým teplotám
  - řadě dezinfekčních prostředků
  - v půdě přežívají i roky
- ničí je až teplota 134°C a oxidační činidla jako Savo a louh
- zdroj:
  - dědičné
  - infekce mezi jedince
  - při lékařských zákrocích
- nemoci způsobené priony:
  - **Skrapie ovčí**
    - nepřenosná na člověka
    - drbání až do krve
  - **BSE** = bovinní spongiformní encefalopatie, nemoc šílených krav
    - zhoubovatí jim mozková hmota
    - rozšíření pomocí masokostní moučky
    - z ovčí na dobytek
  - **Creutzfeldt – Jakobova choroba** – lidská varianta BSE
    - nákaza ze skotu
    - příznaky: ztráta stability, špatné vyslovování, třes → smrt
    - druhy:
      - Sporadická – neznámá příčina, nástup demence, rychlý, poté smrt do týdne
      - Dědičná – mutace genu pro prionový protein, zaneseno i do USA a dál
      - Latrogenní – lékařské zákroky - přes nástroje, hlavně děti, u kterých se léčil nanismus (pomocí hormonů z lidských hypofýz → přenos → nákaza)
      - Nová varianta CJD – postihuje spíše mladé, bez demence, degenerace hypothalamu
  - **Kuru**
    - Papua - Nova Guinea
    - kmen požírá své mrtvé vč. nervové soustavy
    - příznaky: smích, třes, ztráta koordinace (3 – 9 měsíců)
    - inkubační doba až 47 týdnů
- **Viry** (viz. níže)

### 3) Stavba viru a životní cykly virů, druhy virů

#### Viry

- nebuněčné „organismy“, nukleoproteinové struktury
- závislé na hostitelské buňce – do ní vpraví NA či virion (zbaví se kapsidu) → zdvojení viru (rozmnožují se pouze uvnitř hostitelských buněk)
- jsou to nitrobuněční parazité, nemají vlastní aparát syntézy bílkovin (ribozomy a tRNA)
- **virion** = jednotlivá částice viru, schopná infikovat
- **virus** = označení pro onemocnění
- stavba virů:
  - **Nukleová kyselina** (RNA nebo DNA)
  - **Bílkovinný obal** (kapsida - různé tvary, podjednotky = kapsomery)
  - některé mají:
    - **Membránový obal** (tvořený bílkoviny a fosfolipidy - např. vir chřipky)
    - **Enzymy** (biokatalyzátory potřebné k zahájení reprodukce)
    - **Hroty** (zvyšují virulenci)
- velikost virů: 0,02 - 0,2  $\mu\text{m}$



- **bakteriofág** – virus, který napadá bakterie (dali by se používat jako lék proti bakterii místo ATB → finančně nenáročné, avšak farmaceutické firmy jsou proti – prodělávaly by)

#### Životní cyklus virů

- 1) Klidová (extracelulární) fáze - pasivní pohyb vzduchem, krví
- 2) Virová infekce (rozmnožení viru v hostitelské buňce - replikace, syntéza bílkovin)
  - Virulentní = Lytický cyklus
    - 7 částí:
      - vazba na povrch buňky
      - proniknutí do nitra buňky - uvolnění NK
      - replikace virové NK - množení
      - syntéza bílkovin kapsidu
      - kompletace virových částic
      - lýze buňky, uvolnění virionů
    - k uvolnění virionů dochází po destrukci hostitelské buňky
  - Mírný = Lyzogenní cyklus
    - viru do DNA hostitelské buňky (profág / provirus) – koexistence s hostitelskou DNA na určitý stimul se může „přepnout“ do lytického cyklu
    - některé proviry udržují hostitelskou buňku v S fázi – může dojít k transformaci buňky na nádorovou – takové viry označujeme jako onkoviry (většinou je nutný ještě další činitel)

➤ Retroviry

- RNA-viry
- Mají enzym reverzní transkriptázy (dokážou přepsat RNA na DNA)
- Svoji „přepsanou“ DNA začlení do DNA hostitelské buňky
- Např. virus HIV

3) Lýze (rozpad) hostitelské buňky - replikovaný vir vypuštěn jako virion

Systematika virů

- znaky pro taxonomické třídění:
  - rozměry a morfologie viru
  - přítomnost / nepřítomnost povrchového obalu
  - typ a molekulární stavba nukleové kyseliny (včetně délky)
  - znaky kapsidových proteinů a dalších struktur kapsidu
  - antigenní vlastnosti, „okruh“ hostitelů, afinita k tkáním, patogenita

1) Podle NK

- DNA (opar, neštovice)
- RNA (rýma, HIV)

2) Podle hostitele

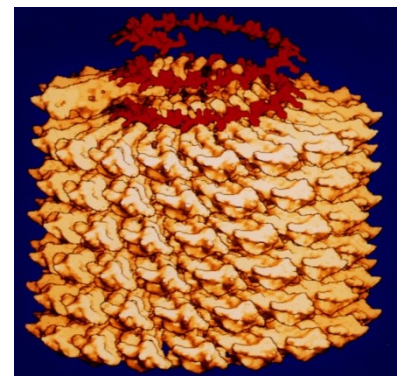
- Bakteriální (bakteriofágy)
- Živočišné
- Rostlinné

Bakteriální viry = bakteriofágy

- DNA i RNA
- vazba na bakteriální buňky, v jiných nejsou schopny vyvolat svůj cyklus
- Na virionu bakteriofága můžeme rozeznat hlavičku a bílkovinný bičík. Hlavička je nukleokapsid. Na distálním konci bičíku se nachází šestiboká bazální ploténka s ostny a s bičíkovitými vlákny. Bazální ploténka je místo, kterým virion nasedá na bakteriální buňku. U některých druhů virů je bičík schopen kontrakce.
- do buňky proniká jen NK
- vážou se na speciální receptory
- mohou být příčinou větší infekčnosti bakterií
- někdy se využívají k léčbě bakteriálních onemocnění (příp. jako přenašeči plazmidů v laboratoři)

Rostlinné viry

- většinou RNA
- většinou neobalené
- málo specifické
- do buněk pronikají celé (pinocytóza)
- projevy: skvrny na listech, deformace
- **viroid** = krátká neobalená molekula RNA, rostlinný parazit
- přenos: hmyz, hlísty, mechanicky (nářadí)
- k průniku viru do buňky musí být porušena buněčná stěna
- např. virus tabákové mozaiky, virus žluté mozaiky salátu



### Živočišné viry

- RNA i DNA (různé druhy)
- do buňky se dostávají celé; různé projevy
- často způsobují dlouhodobé infekce (jsou persistentní)
  - Skrytá = latentní (nelze ho prokázat)
  - Zjevná = aferentní (rychlé pomnožení, zánik buněk)
- přenos: vzduchem, alimentárně (v potravě), kontaktem s nemocným přenašečem
- lytické cykly jsou delší (ve srovnání s bakteriofágy)
- dělí se:
  - **Obalené viry DNA:** mají fosfolipidový obal - splyne s cytoplazmatickou membránou hostitelské buňky
    - Herpesviry - opar apod., mají lyzogenní cyklus – přenáší se slinami, ID (inkubační doba) 24 h
    - Mononukleóza (virus Epsteina-Barrové) - přenos slinami, přebývá v B-lymfocytech, ID 4-6 týdnů
    - Plané neštovice (možný „návrát“ jako pásový opar) – přenos kapénkami – ID 2 týdny
    - Pravé neštovice
    - Kravské neštovice
    - Hepatitida typu B
    - Myxomatóza - onemocnění králíků -> otoky, smrt; dá se očkovat
  - **Obalené viry RNA**
    - Dětské choroby (spalničky (kapénky, ID 10-11 dní), příušnice (kapénky, ID 18-21 dní), zarděnky) - nebezpečné v těhotenství, dále v dospělosti u mužů (může dojít i k poškození varlat a neplodnosti)
    - Chřipka (A, B, C) – ID 1-3 dny, časté mutace
    - Vzteklna – ID 2-8 týdnů, sliny psovitých šelem
    - Žlutá zimnice (tropy, přenašeč komár, rozpad červených krvinek; dá se očkovat)
    - Klíšťová encefalitida (chřipkové příznaky, postižení NS) – ID 1-2 týdny
  - **Neobalené viry DNA**
    - Adenoviry - „rýmy nachlazení“- respirační onemocnění
    - Bradavice
  - **Neobalené viry RNA**
    - Rýma (=zánět horních cest dýchacích) – kapénkami, ID 2-3 dny
    - Dětská obrna (Poliovirus) - napadení míchy, ochrnutí – ID 4-32 dní – šíří se za špatných hygienických podmínek (stolice)
    - Hepatitida A, C, E – ID 1 měsíc, přenos sterkorální cestou, vodou, potravinami

## **4)Virová onemocnění – přenos, léčba, prevence**

### Přenos

- Orofekální – rotaviry (průjmy), hepatitida A, dětská obrna...
- Kapénkový (respirační) – zarděnky, spalničky, příušnice, rinoviry (rýma), chřipka, koronaviry (SARS),..
- Mezilidský kontakt (líbání, pohl.styk, krev)– HIV, Ebvirus, herpesviry, papilomaviry, Variola, hepatitida B,C....
- Nepřímo – předměty kontaminované nemocným
- Zvířata – klíšťová encefalitida, vzteklna...

## Obrana proti virovým infekcím

- přirozená obrana - imunitní systém
  - o nespecifická imunita
    - interferony - jejich produkce roste v infikovaném místě – inhibují replikaci virové NK
    - NK buňky
  - o Specifická
    - Imunoglobuliny – produkované B-lymfocyty - paměť
    - T-lymfocyty – rozeznávají virové fragmenty, donutí buňku k apoptóze
- očkování = vakcinace
  - o Pasivní - hotové protilátky, musí se přeočkovat – u akutně ohrožených
  - o Aktivní - zředěný a oslabený nebo usmrcený vir, protilátky si tělo vytvoří samo – paměť
  - o Přirozená vakcinace – přestup mateřských protilátek do krve plodu
- životospráva - zdravý životní styl

## Léčba virových onemocnění

- proti virům nejsou účinná antibiotika → antivirotika (prostatika) - zabraňují syntéze virové NK
- často symptomatická léčba - léčí příznaky, ne příčinu

**AIDS** = syndrom získaného selhání imunity (Acquired Immune Deficiency Syndrome)

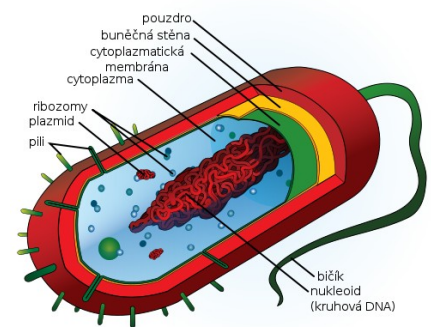
- RNA obalený virus, dlouhá inkubační doba
- přenos krví (drogy-jehly, zubní kartáčky, žiletky) a nechráněným pohlavním stykem, výjimečně i slinami
- účinná léčba dodnes neexistuje, lze život nemocných jen prodloužit
- působen retrovirem HIV, napadá T-lymfocyty; dva typy - HIV 1, HIV 2
- AIDS = propuknutá nemoc; HIV<sup>+</sup> = nositel
- průběh infekce virem HIV:
  - 1. fáze: příznaky chřipky, někdy i asymptomatický průběh, tvorba protilátek v krvi, doba: 3 měsíce
  - 2. fáze: latentní, začlenění viru do T-lymfocytu, může trvat i několik let
  - 3. fáze: rozvoj nemoci AIDS, aktivace proviru - ničení T-lymfocytů, postižení celého imunitního systému, u 60% nakažených propukne do 10 let
- projevy AIDS: oportunní infekce - kožní problémy, dlouhodobé průjmy, postižení plic, nádorová onemocnění

## **5) Stavba a tvar prokaryotické buňky**

- prokaryotní organismy jsou vždy jednobuněčné
- velikost: desítky  $\mu\text{m}$
- složení a struktura prokaryotní buňky:
  - Protoplast (živý obsah buňky)
  - Bílkovinné prvky (6 hlavních- C, H, N, O, P, S)
  - Bimolekulární látky (4 hlavní- bílkoviny, NK, polysacharidy, lipidy)

### **Bakterie**

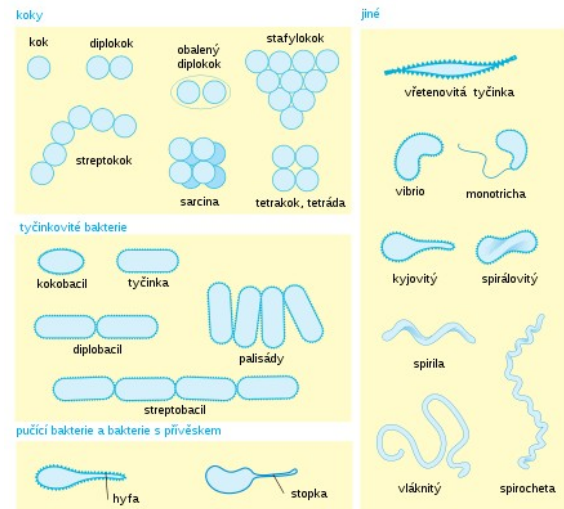
- stavba:
  - Cytoplazma (cytosol): velmi viskózní, vyplňuje prostor buňky
  - Nukleoid: cyklická DNA na bílkovinném nosiči
  - Cytoplazmatická membrána: izoluje vnitřní prostředí buňky, semipermeabilní
  - Ribozomy: prokaryotního typu



- Plazmidy: krátké kruhové úseky NK

Tvar (viz. tabulka):

- kulovité (koky)
  - koky, diplokoky, streptokoky, tetrakoky, stafylokoky, balíčky
- tyčinkovité
  - tyčinky (bacily), diplobakterie, streptobakterie, palisádově uskupené
- zakřivené
  - vibria – rohlíčkovitě zakřivené
  - spirily – lehce zvlněné
  - spirochaety – spirálovitě stočené
- vláknité – dlouhá tenká vlákna



## 6) Porovnání a charakteristika domén Archaea a

### Bacteria

#### Bacteria:

- MUREINOVÉ buněčné stěny
- Cyklického nukleoidu
- Prokaryontních ribozomů
- Plazmidů
- Cytosolu
- Plazmatické membrány
- Kapsuly (slizového obalu)
- Rozmnožování - příčné dělení, pučení, hormogonie (bakterie ve společném slizovém pouzdře; sinice)
- Sinice
  - autotrofní, G-
  - vchlípeniny membrány (tylakoidy) bakteriochlorofyl a,  $\beta$ -karoten, fykoerytrin, fykocyanin
  - kokální (Chlorococcus)
  - vláknité (drkalka, Anabaena)
  - cyanofág = vir sinic
  - význam
    - vláknité s heterocystami → hnojení rýžových polí v Indii
    - výživa lidí i zvířat
    - zrání léčivých bahen
    - hojení zánětů a ran

#### Archea:

- v buněčné stěně PSEUDOMUREIN
- slanofilní a hypertermofilní (až 113°C)
- vodní i suchozemské
- rozmnožování – pučení, fragmentace, příčné dělení
- zástupci:
  - archebakterie produkující metan (metan jako metabolický produkt, striktně anaerobní, v horkých sírných pramenech)
  - archebakterie redukující síran (striktně anaerobní, v hydrotermálních hlubinných systémech, v mělčinách blízko sopek)
  - extrémně halofilní aerobní archebakterie (v prostředí s vysokou koncentrací solí)

- archebakterie bez BS (obligátně termofilní, fakultativně anaerobní)
- extrémně termofilní archebakterie (v místech postvulkanického unikání sirných a vodních par, v mořských hydrotermálních systémech)

## 7) Rozmnožování a klidová stádia bakterií

- Pohlavní: KONJUGACE
  - dva jedinci se spojí úzkým můstkem - jednosměrný přesun části DNA (plazmidu)
- Nepohlavní: DĚLENÍ
  - mitóza; buňka roste do délky, tvoří se přehrádka – dvě dceřinné buňky
  - dělí se třeba i každých 20 min (teoreticky - 1 bakterie za 24 hodin až  $10^{21}$  potomků)
- klidová stadia: spory, endospory (bakterie se spojí, vytvoří „stěnu“, a tak přežijí i extrémně nepříznivé podmínky)
- později mohou „vyklíčit“

## 8) Druhy bakterií podle metabolismu a způsobu přenosu

- podle metabolismu:
  - **Autotrofní**
    - Uhlík z CO<sub>2</sub>
    - Dusík z anorganických látek
    - Energie:
      - Fotosyntézou = fotoautotrofní
      - Oxidací anorganických látek = chemoautotrofní
  - **Heterotrofní**
    - Uhlík z organických látek
    - Dusík z organických látek
    - Energie:
      - Fotosyntézou = fotoheterotrofní
      - Oxidací anorganických látek = chemoheterotrofní
        - **Kvašení (anaerobní bakterie)** – oxidace kyslíkem (součást molekuly org. látky) za nepřístupu vzduchu (výroba 2 ATP) → mléčné bakterie
        - **Dýchání (aerobní bakterie)** – oxidace vzdušným kyslíkem (výroba 36 ATP) → získá energii 18 x větší
- podle vztahu ke kyslíku:
  - aerobní
  - anaerobní
  - fakultativně anaerobní (mohou, ale nemusí využívat kyslík)
  - obligátně anaerobní (kyslík je pro ně jedovatý)
- podle počtu a umístění bičíků :
  - monotricha – bičík na 1 konci
  - amfitricha – po jednom bičíku na každém konci
  - lofotricha – na 1 konci 2 a více bičíků
  - peritricha – obrvené po celém povrchu
- podle kvality BS:
  - Gramovo barvení → krystalvioleť (trifenylmetanové barvivo) – moření Lugolovým roztokem – vymytí etanolem nebo acetonem
  - G+ krystalvioleť se etanolem nevymývá
  - G- krystalvioleť se etanolem vymývá

- Viz. MO1
- podle způsobu přenosu:
  - Alimentární cesta
  - Vzduch
  - Přes kůži
  - Pohlavním stykem
  - Přenášené zvířaty
- podle výskytu:
  - Půda
    - Saprofytické (rozkládači)
    - Nitrifikační (oxidují N)
    - Denitrifikační (redukuje oxidy dusíku)
    - Vazači dusíku (vážou N a upravují do podoby, kterou umějí rostliny využít)
  - Voda
    - v pramenitých vodách a horských potůčcích zřídka
    - přenos infekčních onemocnění
  - Lidské tělo
    - Kůže: pomocné bakterie na kůži, tam, kde je vlhko → zápach (kyselina máselná) - stafylokoky, mikrokoky
    - Ústa: zdroj živin pro bakterie z potravy (stafylokoky, mikrokoky, streptokoky)
    - Dýchací cesty: nosohltan, průdušky
    - Střeva: Escherichia Coli - kvasí cukry, produkuje vitamin B a látky s antibiotickými účinky
  - Vzduch: z půdy – vítr - prach

## 9) Bakteriální onemocnění – přenos, léčba, prevence

- Virulence = (kvantitativní) míra patogenity kmene
  - LD50 (LD=letální dávka) = smrtelná dávka
  - ID50 (ID=infekční dávka)
- Invazivita = schopnost parazita proniknout do organismu hostitele, množit se v něm a šířit se v něm.
- Toxigenita = schopnost produkovat látky toxické pro hostitele
- obrana proti fagocytóze: tvorba pouzdra (*Streptococcus pneumoniae*, *Treponema pallidum*)

- přenos:
  - **Alimentární cesta**
    - Břišní tyfus – (horečka, nechutenství, vředy ve střevech, schvácenost) z kontaminované vody
    - Paratyfus (lehčí forma břišního tyfu)
    - Úplavice – (nejrozšířenější nákaza střev, dehydratace)
    - Botulismus (otrava botulotoxinem, suchost v ústech, dvojité a mlhavé vidění, pokles víček, porucha polykání, obrna dýchání - smrt)
    - Cholera - *Vibrio cholerae* (ztráta až 1/3 hmotnosti za den, dehydratace, podchlazení až na 33°C)
    - Salmonelóza (otrava z jídla, nechutenství)
  - **Vzduch**



- Tuberkulóza - Mycobacterium tuberculosis (zánět, vznikají tuberkuly, očkování, napadá jakýkoliv orgán, ale převážně plíce)
  - Záškrť (povlak na mandlích a patře, blány v krku, krev z nosu)
  - Černý kašel (smrtný, očkování - moc ale nefunguje)
  - Angína - streptokok
  - Spála – streptokok, který chytil specifického bakteriofága (vyrážka na těle, zvracení, otok mandlí, puchýřky na jazyku; stejná bakterie způsobuje i růži)
  - Streptokokový zánět plic (horečka, dušnost, bolest hrudníku)
- **Přes kůži**
    - Tetanus - Clostridium tetani (strnutí šíje, ochrnutí, smrt; existuje protilátka ve formě „protitetanovky“)
    - Akné
    - Trachom (chlamydie, slepota)
  - **Pohlavním stykem**
    - Kapavka (u mužů pomnožení, následované zánětem s hnisavým výtokem, u žen jen s mírnými příznaky (bolesti břicha))
    - Syfilis (1)vřed v místě pohlavního ústrojí; 2) za 10 týdnů – vyrážka po těle, trvá až 2 roky, postupně mizí; 3) latentní doba; 4) napaden CNS, játra, kosti = smrt)
  - **Přenášené zvířaty**
    - Skvrnitý tyfus (veš šatní, zimnice, třesavka, vyrážka, bolesti)
    - Mor - Yersinia pestis (plicní, dýmějový, septický, kožní, přenáší blechy, rezervoárem je žaludek hlodavců)
    - Lymská borelióza - spirocheta (klíště - až 8%, flek v místě zavrtání klíštěte, horečka, bolesti hlavy, po několika měsících poškození kloubů a NS)
    - Antrax = sněť slezinná - Bacillus anthracis (onemocnění dobytka, u lidí horečka, zduření sleziny, zhoršení dýchání, u zvířat krev u tlamy, spory v půdě přežijí desetiletí)

#### Léčba a prevence

- dodržování hygienických zásad
- denní režim (pořádně spát)
- podstoupit povinná očkování
- léčba: antibiotika (příliš často ale ne, poškozují játra, vymítí přirozenou mikroflóru)
- obrana organismu:
  - Nespecifická: pokožka, sliny, pH žaludku, zánět
  - Specifická: cílený útok lymfocytů
- zničení bakterií
  - Sterilizace - zničení všeho živého
  - Dezinfekce - zničení škodlivin, např.: UV záření, chlor, jod, formaldehyd, alkohol (70%)
  - antiseptikum – látka aplikovaná na tkáň ke snížení rizika infekce, sepse (otrava krve) nebo hniloby

### **10)Význam bakterií a jejich praktické využití, biotechnologie, genetické inženýrství**

- význam v půdě:
  - Saprophytické (rozkladači)
  - Nitrifikační (oxidují N)
  - Denitrifikační (redukuje oxidy dusíku)

- Vazači dusíku (vážou N a upravují do podoby, kterou umějí rostliny využít)
- v trávicím traktu živočichů (E. coli a jiné symbiotické bakterie, které pomáhají např. trávit celulózu)
- biotechnologie = termín používaný k popisu praktického využití živých organismů.
- genetické inženýrství = oblast biotechnologií, která vyvolává buněčné změny v organismech včetně mikroorganismů, rostlin, zvířat a lidí, založena na umělé manipulaci a přenosu genetického materiálu z jednoho organismu do druhého
  - v genovém inženýrství využití plazmidů = jejich řetězec umíme „nastříhat“, replikovat, i vkládat nové nukleotidy do cyklu
  - přenos plazmidů pomocí uměle vytvořených bakteriofágů
  - častým modelovým organismem bývá E. coli
- bakterie se využívají i k čištění vod
- bakterie v průmyslu
  - **mléčné b.** – kvašení sacharidů na kyselinu mléčnou, kysání mléka
  - **máselné b.** - kvašení sacharidů na kyselinu máselnou a octovou
  - **octové b.** – výroba ethanolu a kys. octové

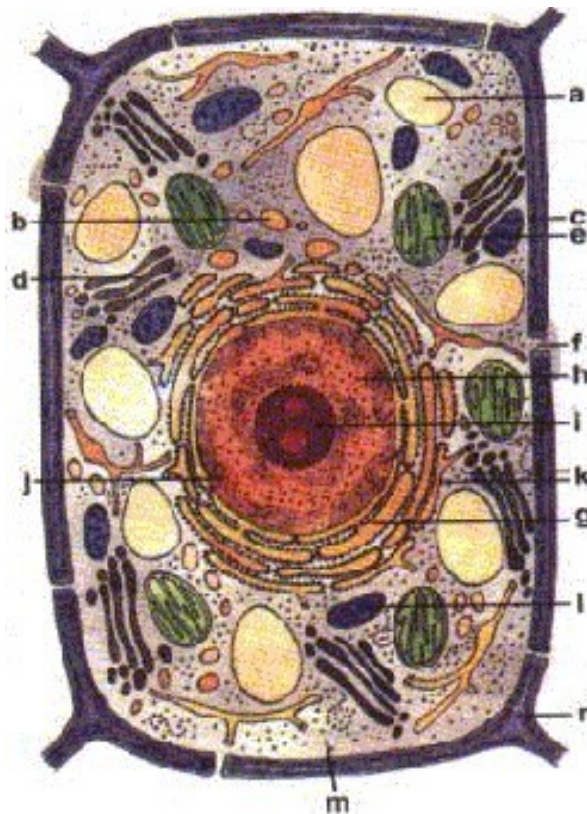
# Stavba rostlinného těla

**Rostlinné buňky** měří obvykle 0,01 až 0,1mm (u řas až cm)

Buňky mnohobuněčných rostlin se postupně během svého života funkčně rozlišují (**diferencují**) a stávají se součástí pletiv, to bývá provázeno změnami jejich velikosti, tvaru a látkového složení. Rostlinné buňky mají relativně nižší tvarovou rozmanitost i funkční specializaci vůči buňkám živočišným. Liší se od nich třemi hlavními znaky: přítomnost buněčné stěny, vakuol a plastidů.

Buňky → pletiva → orgány → rostlinné tělo

## Rostlinná buňka



- a) Vakuola** - obsahují barviva rozpustná v  $H_2O$  – antokyaniny  
- jsou ohraničeny polopropustnou membránou tzv. tonoplast  
- vyplněna buněčnou šťávou  
- v mladých buňkách je jich více, postupně všechny nahradí jedna obrovská

**b) Cytoplazmatická membrána** - ohraničuje živý obsah buněk, tvoří hranici mezi vnitřním a vnějším prostředím buňky.

**c) Golgiho komplex(GK)** - upravuje a transportuje lipidy a proteiny  
- na rozdíl od živočišné buňky – mohutný spíše u jadra (u ŽB všude), členěný na dyktiozomy

**d) Chloroplast**- fotosynteticky aktivní plastidy, obsahuje thylakoidy a grana, vnitřní prostředí = stroma  
- zelený (jiné plastidy – chromoplasty (žlutá a červená barviva), leukoplasty (bezbarvé, zásobní látky) – semiautonomní, dvojitá membrána)

**e) Endoplazmatické retikulum(ER)**- místo, kde se syntetizují organické látky – mohutnější než u ŽB

a) Hladké – neobsahuje ribozomy

b) Drsné – „posázeno“ ribozomy

**f) Jádru** -ohraničeno jadernou membránou s póry  
- nese genetické informace  
-řídící centrum každé eukaryotické buňky

**g) Jadérko**- vytváření rRNA, která je součástí ribozomů (v nich pak syntéza bílkovin)

**h) Mitochondrie**- základní funkcí je aerobní dýchání, spojené s rozkladem glukózy  
-probíhá v nich uvolnění energie

**i) Buněčná stěna (BS)**- neživý obal buňky tvořený: celulóza (pevnost), pektiny (schopnost hydratace), lignin (tvrdost)  
-ohraničuje rost. buňky, obsahuje ztenčeniny, kterými procházejí cytoplazmatická vlákna = plazmodezmy → symplast  
-opora, je plně propustná  
-Střední lamela vzniká především z pektinů a při dělení buňky a v budoucnu odděluje buněčné stěny sousedních buněk. Na ni se přikládá primární stěna obsahující zejména celulózy, hemicelulózy a pektiny. Je pružná a snadno roste do šířky přikládáním nových celulózních mikrofibril, takže nijak nepřekáží růstu buněk. K primární stěně se po ukončení růstu buňky může zevnitř přikládat ještě sekundární stěna, která je zpravidla výrazně silnější, je obohacena mnoha organickými a anorganickými látkami a její celulózní vlákna jsou uspořádána souběžně. Vznik sekundární stěny se označuje za tloušťnutí buněčné stěny a leckdy může vést až k odumření protoplastu.  
-Ukládání látek – ukládání látek – inkrustace (anorganické l.), impregnace (org. l. – lignifikace (dřevnatění), suberinizace (korkovatění), kutinizace (pektin))

**j) buněčné inkluze** - neživé části buňky  
- obsahují zásobní či odpadní látky, které se hromadí ve vakuolách nebo jsou volně v cytoplasmě

Nemá lyzozomy a centriolu. Zásobní látkou je škrob.

## Rostlinná pletiva – různá hlediska členění

Pletivo- soubory buněk se stejnou stavbou i funkcí, lze je dělit podle různých kritérií:

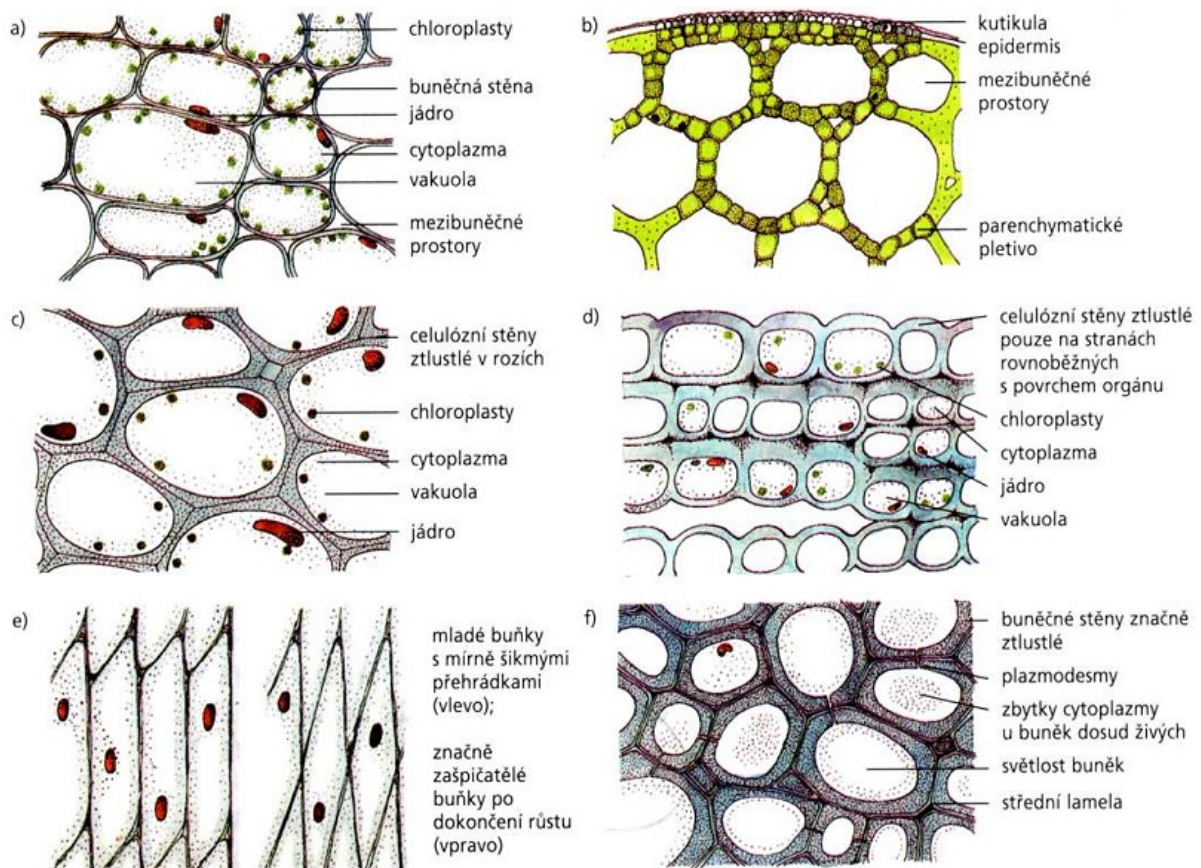
a) podle způsobu vzniku : • **pravá**- dělení buněk na dvě dceřiné – vyšší rostliny, mechorosty  
• **nepravá**- druhotným seskupením původně volných buněk –  
lišejníky, řasy – plektenchym hub

b) podle schopnosti dělení : • **Pletiva dělivá**(meristémy)-

Zachovávají si trvale či dočasně schopnost dělení buněk. Jejich buňky k sobě těsně přiléhají jsou tenkostěnné, mají velké jádro

• **trvalá**- jsou diferenciovaná- dělivou schopnost ztratila (ve výjimečných případech ji mohou obnovit - kalus)

c) trvalá se dělí dále podle tvaru buněk a tloušťky BS: • **parenchymatická**- živé, tenkostěnné buňky, nejzákladnější, nemají žádný mezibuněčný prostor; event. **aerenchymatická** - typ parenchymu (nepravidelné buňky, velké mezibuněčné prostory vyplněné vzduchem, vodní rostliny), event. **Prozenchym** (protáhlé buňky, zešikmené stěny, nejčastěji v cévních svazcích)  
• **kolenchymatická**- živé buňky, ztloustlé BS většinou v rozích, různé typy, ochranná fce  
• **sklerenchymatická**- silně ztloustlá BS, neživé buňky, ochrana, opora, nepropustné



Obr. 5.65 Pletiva pravá: (a) parenchym, (b) aerenchym, (c) kolenchym rohový, (d) kolenchym deskový, (e) prozenchym, (f) sklerenchym.

d) trvalá se dělí dále podle funkce : • **krycí** • **vodivá** • **základní** (zásobní, vyměšovací, zpevňovací, nasávací, asimilační, dělivá...)

## Rostlinná pletiva podle funkce

### Pletiva základní

Parenchymatické buňky, které vyplňují prostory mezi pletivy krycími a vodivými.  
Živé buňky přizpůsobené různým funkcím.

#### – Pletiva asimilační

Funkce - fotosyntéza. tenkostěnná, parenchymatická, s mnoha chloroplasty. Vyskytují se vyšších částech rostliny (listy), mladých stoncích, nezralých plodech atd.

#### – Pletiva zásobní

K ukládání zásobních látek (cukry, tuky, bílkoviny). Tvořena parenchymem a sklerenchymem. Nejčastěji se nachází v kořenech, plodech, oddencích, hlízách, v živném pletivu (semena) atd.

#### – Pletiva zpevňovací

Zajišťují pevnost, pružnost, zabezpečení transportu látek rostlinám. Tvořeno klenchymem a sklerenchymem. Často u dřevin, málo u vodních.



### – Pletiva vyměšovací

Slouží k vylučování nebo hromadění různých produktů látkového metabolismu rostlin. Buňky obsahující silice, pryskyřice, třísloviny, alkaloidy...

Pryskyřičné kanálky (jehličnany)

- vodní skuliny (hydatody) - stavbou podobné průduchům; odstraňují z rostlin přebytečnou vodu v kapalném skupenství = gutace. Pokud vzduch nasycen vodními parami - nelze odstranit vodu průduchy

- medníky - žlázy, nejčastěji na květ.lůžku lůžku, okvěti či korunních lístcích vyměšují cukerné roztoky (nektar)lákející hmyz – opylení

- mléčnice - speciální buňky obsahující ve vakuolách mléčnou šťávu (latex) - výskyt : pryšcovitých, mákovitých, využití latexu: výrobu přírodního kaučuku (kaučukovník)

### – Pletiva provětrávací

Funkce: zprostředkovávají spojení rostlinných pletiv s okolím, díky

a) výměně plyných látek( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ )

b) dýchání

c) výparu vody (transpiraci)

Důležitou součástí těchto pletiv jsou i mezibuněčné prostory (interceluáry), které prostupují rostlinné tělo.

Nižší rostliny – difuze plynů buněčnými stěnami; vyšší vyvinuly specializované útvary

napojené na mezibuněčné prostory - průduchy a čočinky. S tloušťnutím pokožky na korek - nahrazení části průduchů čočinkami (lenticelami, jsou větší než průduchy, mrtvé parenchymatické buňky).

Vznik: činností felogénu se protrhává pokožka a vzniká lenticela.

### – Pletiva nasávací

Pomocí kořenových vlásků (z rhizodermis) se zvětšuje nasávací(absorpční) plocha kořene, díky tomu získává živiny. Mezi tato pletiva se řadí i **haustoria**. Jsou to přeměněné kořeny odčerpávající paraziticky živiny z cévních svazků hostitele.

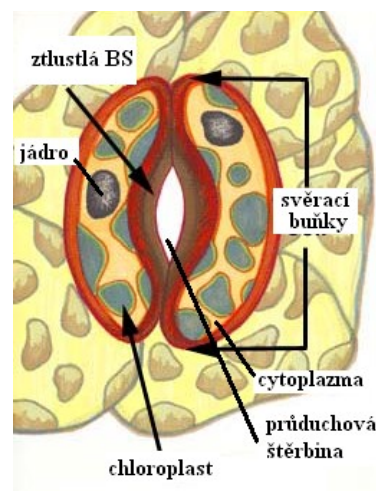
## Krycí rostlinná pletiva, průduchy a trichomy

Na povrchu rostlinných orgánů, mechanická ochrana, komunikace s prostředím (průduchy, čočinky).

Prvotním krycím pletivem je *pokožka u nadzemních orgánů – epidermis, u kořene – rhizodermis* (nemá průduchy)- většinou ji tvoří jediná vrstva těsně k sobě přiléhajících buněk bez chloroplastů (s výjimkou průduchů).

Na povrchu pokožky nadzemních částí rostlin se nachází tzv. **kutikula** (látka tukovité povahy – kutin- je téměř nepropustná pro plyny a vodu) někdy i vosky (ve formě zrníček i souvislého povlaku, např. ojínění některých plodů), zabraňují odparu vody a nečistotám proniknout dovnitř . Na krycích pletivech se také nachází **trichomy**

- jedná se o jednobuněčné nebo vícebuněčné chlupy: krycí – ochrana, proti přehřátí, umožňují přenášení semen a plodů (dále se dělí na papily a chlupy hvězdovité), žláznaté – vylučují např. éterické oleje



- (pelargonie) nebo pryskyřice, žahavé (odlomení vede k vyloučení pálivé tekutiny - kopřiva), trávící (= tentakule, masožravky)
- rozmanité – důležitý systematický znak
- Jejich přeměnou vznikají **ostny** (řůž, ostružiník - nejsou listového ale pokožkového tvaru a nevedou do toho cévní svazky)

V pokožce nejsou chloplasty. Epidermis a rhizodermis (nemá průduchy a kutikulu – podzemní pokožka u kořene)

### **Průduchy (stomata)**

Vznik průduchů: rozdělením mateřské buňky- mezi oběma dceřinými svěracími buňkami vznikne skulina průduchu.

Svěrací buňky jsou ledvinovitého tvaru a obsahují vždy chloroplasty.

Mechanismus průduchů: podle potřeby se mohou uzavřít či otevřít, mechanismus  $\leftarrow \rightarrow$  obsah vody ve svěracích buňkách (turgor svěracích buněk) .

- velký turgor (hodně vody v rostlině) - průduch se otevírá
- malý turgor (snížení obsahu vody ve vakuolách) - uzavření průduchu.

Další faktory regulace průduchů: regulační látky, světlo, koncentrace některých iontů (K+).

### Felogén (korkotvorné pletivo; druhotné krycí pletivo)

Korek vznik - pokožka se při tloustnutí stonku trhá a je nahrazena mnohvrstevným korkovým pletivem, vznikajícím činností **felogénu**

- směrem dovnitř stonku vytváří živé buňky zelené kůry (obsahují četné chloroplasty)
- na vnější stranu odděluje buňky korku

u dřevin se postupně vytvoří mnoho felogénů, které způsobují protrhávání pletiv ležících nad nimi - tyto svrchní vrstvy se odlupují a nazýváme je borka.

Ztloustnutím buněčných stěn korkové buňky odumírají a postupně jsou vyplněny vzduchem - tepelná a mechanická ochrana vnitřních pletiv, omezení výparu vody a propustnosti plynů, ochranu před bakteriemi či houbovými infekcemi, před některými živočichy.

## Dělivá rostlinná pletiva – primární a sekundární

Těsně k sobě přiléhající buňky charakterizuje velké jádro, značné množství cytoplazmy a vysoká intenzita látkové přeměny.

Promeristémy – apikální, ve vzrostných vrcholech stonku, obsahují jen iniciály, tj. buňky s obzvláště výraznou schopností dělení.

Primární meristémy - z promeristému

- vzrostný vrchol stonku a kořene (kořenové špičky) obsahující též meristematické základy listů (listová primordia)
- buňky vzniklé jejich dalším dělením se diferencují, specializují a tvoří trvalá pletiva

Sekundární meristémy - část buněk nepodlehne diferenciaci, zachová si dělivou schopnost

- laterální, obnova dělivé funkce u trvalých pletiv
- Zajišťují sekundární tloustnutí stonků a kořenů (kambium), tvorbu druhotných krycích pletiv (felogén), vytváří postranních kořenů (pericykl)

Latentní meristémy - dělí se za určitých specifických podmínek (např. pericykl = perikambium, z něhož vznikají postranní kořeny)

## Vodivá rostlinná pletiva, typy cévních svazků



Vodivou soustavu tvoří soubor cévních svazků, umožňují transport vody, látek v rostlinném organismu.

Cévní svazky se skládají z : • část dřevní (xylém)  
• část lýková (floém)

**Xylém** = dřevo vede transpirační proud, vzestupný (živiny a vodu z půdy kořeny do stonků a listů), využity k metabolickým procesům

- **Cévice** (tracheidy) – vývojově původnější protáhlý tvar, jen několik mm, zešikmené konce, mrtvé buňky (kaprad'orosty, nahosemenné), částečně zachované přepážky
- **Cévy** (tracheje) – dlouhé řady trubicovitých buněk, jejichž přepážky se rozpustily (krytosemenné)
- Dřevní parenchym (zásobní funkce) a dřevní sklerenchym (vlákna)

**Floém** = lýko vede asimilační proud, sestupný (asimiláty) – k místům spotřeby (vzrostlé vrcholy stonků či kořene) a k místu ukládání (cibule, hlízy, semena)

- **Sítkovice** – živé, bezjaderné, protáhlé buňky, propojené proděravělými přepážkami (sítkovými políčky), životnost omezena, ucpávají se kalózou a deformují se – činností kambia vzniknou na jaře nové
- Lýkový parenchym (zásobní fce) a lýkový sklerenchym (mechanická fce – len, konopí - textil)

Cévní svazky jsou otevřené (mezi xylemem a floemem je kambium, druhotné tloušťnutí – nahosemenné, dvouděložné krytosemenné) a uzavřené (nemají kambium, netloušťnou, na povrchu obklopené parenchymatickou nebo sklerenchymatickou pochvou – jednoděložné).

### Letokruhy:

Periodický ráz činnosti kambia (mírný pás)

- Jaro (dostatek H<sub>2</sub>O) - tenkostěnné buňky s větším průměrem

- Léto - buňky tlustostěnné, s malým vnitřním průměrem.

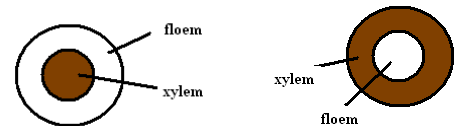
→pozorujeme jako letokruhy

Po hustém letním dřevě z předchozího roku (pomalu rostoucí tlustostěnné buňky) následuje řídké jarní dřevo.

Šířka letokruhů je závislá na druhu dřeviny a vnějších podmínkách (sucho- přírůstky užší).

### Typy cévních svazků

- soustředné (koncentrické) - nejjednodušší typ, jedna část obklopuje druhou
  - lýkostředné (leptocentrické) - mnohé jednoděložné
  - dřevostředné (hadrocentrické) - plavuně a kapradiny
- paprscité (radiální) - oddělené dřevní a lýkové části se pravidelně střídají, výskyt hlavně v kořenech cévnatých rostlin
- bočné (kolaterální) - dřevo a lýko jsou umístěny hned za sebou ve směru poloměru, rozšířeny ve stoncích a listech převážně většiny semenných rostlin
- dvoubočné (bikolaterální) - mají dvě lýkové části, mezi nimiž se nachází dřevní část, např. lilkovité



# Rostlinné orgány

Soubory pletiv s charakteristickou stavbou a funkcí.

Rostlinné orgány jsou typické pouze pro vyšší rostliny (nižší rostliny mají rozlišenou stélku) a jsou složeny z různých pletiv a jejich souborů.

Dělí se na: • **orgány vegetativní** (stonek, kořen, list – zajišťují vývoj jedince)  
• **orgány generativní** (reprodukční - květ, plod, semeno)

Modifikace:

- analogické – orgány podobného vzhledu a funkce, ale odlišného původu př: stonkové a listové úponky – ostny, trny a kolce
- homologické – orgány odlišného vzhledu a funkce, stejného původu - př: listy a listové úponky

## Kořen (radix)

Stavba

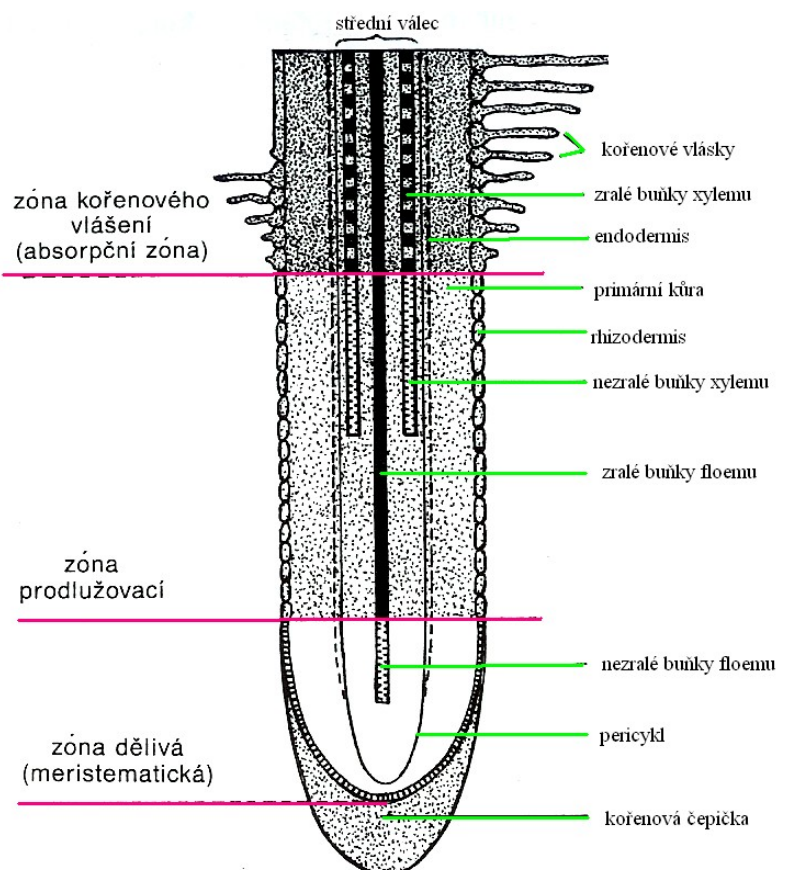
- podzemní orgán, bez listů, pupenů, průduchů, kutikuly, fotosyntetických barviv, nečláňkovaný
  - **epifyt** - rostlina rostoucí na jiných rostlinách, nekoření v zemi
  - Má heterotrofní povahu
  - Soubor všech kořenů = **kořenový systém**
    - **kořen hlavní a kořeny postranní** - nahosemenné a dvouděložné rostliny
    - **svazčitá z kořenů náhradních (adventivních)** vznikajících po zániku kořene hlavního
      - jednoděložné rostliny
  - Založen již v zárodku (radikula)
  - pozitivní gravitropie – roste podle gravitace
  - hloubka a rozvětvenost kořenové soustavy v závislosti na vlhkosti a charakteru půdy (pouštní rostliny x bažinné rostliny; borovice x smrk) - některé vodní rostliny – bez kořenů
- Při jeho klíčení vyrůstá nejdříve: 1) **kořínek**

- 2) **hlavní kořen**
- 3) **kořeny postraní**

Podélná stavba

- **větvení**
- **absorbční** (zóna kořenového vlášení) - příjem látek
- **prodlužovací** – prodlužování a tedy zvětšování objemu buněk
- **dělivá** – vzrostný vrchol koncová část s meristémy - kořenová čepička (kalyptra – kryje vzrostný vrchol kořene (vrcholové meristémy) - produkce slizu; tvořena parenchymem, usnadňuje průnik do půdy, ve středu tzv. sloupek = kolumela - škrobová zrna – statolit - neustále se obnovuje,

Primární stavba kořene



- Sekundární je tloušťkou dvouděložných.

- **Rhizodermis** - kořenové vlásky (absorpční zóna – zvětšují absorpční povrch), staré buňky lignifikují nebo se do nich dostane suberin či kutin, chybí vodním rostlinám – jednovrstevná bez kutikuly a prùdchů

- **Primární kůra** – mnohvrstevná - parenchymatické buňky s velkými mezibuněčnými prostory – transport všech látek do vodivých pletiv kořene jde v zásadě dvěma (třemi) cestami:

a. apoplastická - voda a minerální látky pronikají apoplasticky buněčnými stěnami až ke Caspariho proužku, tam musí překonat cytoplazmatickou membránu buňky endodermis a vniknout tak do buňky

b. symplastická - voda a minerální látky pronikají do buňky už v kořenovém vlásku a dále plasmodesmaty až do cév

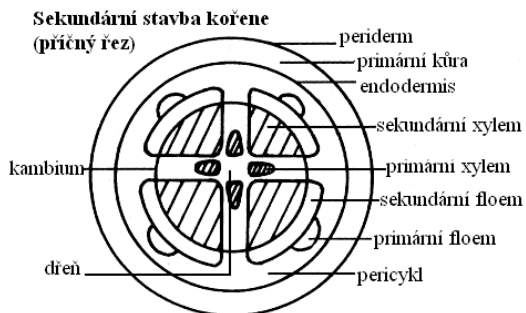
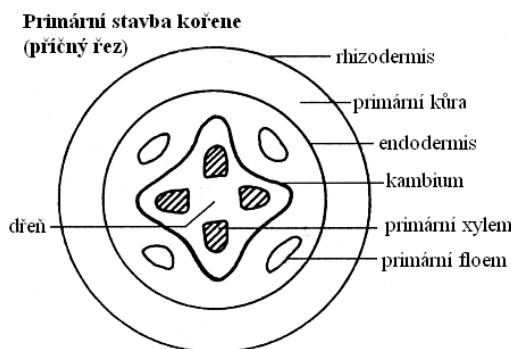
c. **plazmodezmata nebo vakuola???**

- **Endodermis** - s Caspariho proužky (= buněčné stěny obsahující suberin a lignin), které zaručují nepropustnost středního válce

- **Pericykl** - dělivá schopnost; vznik postranních kořenů, které pak prorůstají primární kůrou ven

- **Střední válec (stélé)** - vodivá pletiva v radiálním cévním svazku. Xylém a floém se buď střídají, nebo xylém tvoří hvězdice mezi jejichž rameny jsou pruhy floému. U nahosemenných a dvouděložných je počet xylémových a floémových svazků nízký - asi 2 - 6, u palem jich bývá až 100

Při sekundárním růstu se CS mění na bočný (kolaterální), primární kůra se nahrazuje sekundární (peridermem).



## Funkce

- zakotvení rostliny v zemi

- příjem H<sub>2</sub>O a minerálních látek

- ukládání zásob

- dále: hromadění zásobních látek, rozmnožování, dýchání, symbióza s mikroorganismy a houbami z půdy, syntéza látek (AMK)

## Metamorfózy

- Kořenové hlízy (zásobní fce), orsej
- Bulvy (zásobní fce), řepa, celer
- Vzdušné kořeny (příjem vzdušné vlhkosti), monstera
- Příčepivé kořeny (přichycovací fce), břečťan
- Haustoria (parazitě), jmelí
- Dýchací kořeny (otvory přijímá vzduch), mangrovky

## Hospodářský význam

Kořeny mnoha rostlin poskytují potravu člověku (petržel, křen, mrkev..) nebo krmivo pro zvířata (krmná řepa), při výrobě léčiv, průmyslová výroba.

## Stonek (kaulom)

Nadzemní orgán, nese listy, pupeny, reprodukční orgány + jejich výhodná poloha v prostoru. spojen vodivými pletivy s kořeny.

Prýt - stonek s listy

Základ stonku - embryonální fáze vývoje - vyrůstá z pírka(plumuly)

2 typy klíčení...

- epigeické = nadzemní - dělohy mají fci prvních asimilačních lístků
- hypogeické = podzemní - dělohy ukotveny v půdě a na povrch asimilační listy

Spojuje kořenový systém s listy (vede transpirační a asimilační proud);

Dobře vyvinutá vodivá a mechanická pletiva.

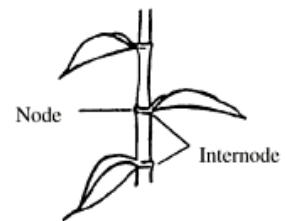
Zajišťuje optimální polohu pro listy (fotosyntéza) a květy (reprodukce);

Při redukci listů (kaktus) přebírá fotosyntetickou funkci.

## Stavba

Stonek většiny semenných rostlin je příčně článkovaný

- nody (uzliny = krátké úseky, odtud vyrůstají listy a pupeny)
- internodia (články = mají velký prodlužovací potenciál, díky nim se stonek prodlužuje)

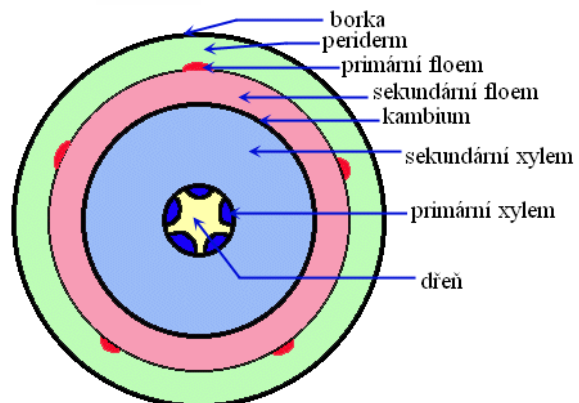


Pupeny

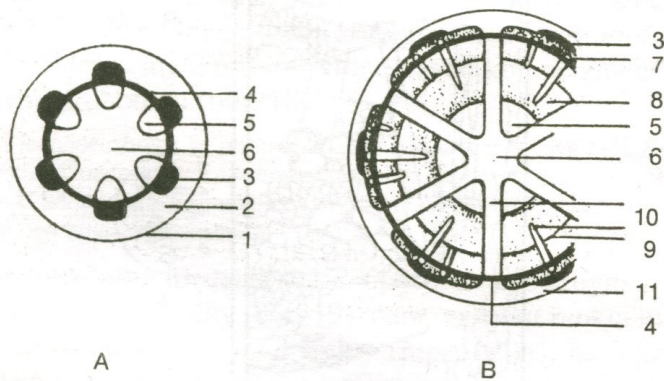
- základy květů a listů
- Jsou v nich uloženy meristémy (umožňují růst stonku do délky)
- Před poškozením chráněny listovými šupinami
- vrcholový pupen – na vzrostném vrcholu s velice aktivními meristémy
- úžlabní pupen – objevují se v úžlabí, základy budoucích stonků, listů či květů

Primární stavba stonku

- **pokožka (epidermis)** - průduchy, kutikula, trichomy
- **primární kůra (cortex)** několikavrstevná ochranná a zásobní fce – buňky parenchymu, směrem ven obsahují chloroplasty
- **endodermis či místo ní škrobová pochva**
- **střední válec (stélé)** je oddělen **pericyklem** (zde základ adventivních kořenů) - uspořádané CS do kruhů nebo ne – dvouděložné x jednoděložné
- **dřeň** vyplňuje střed stonku, parenchym; vybíhají dřeňové paprsky – vedení roztoků a mohou se zde ukládat zásoby (cukrová třtina)



U dvouděložných dochází k druhotnému tloušťnutí stonku. Prvotní kůra je nahrazena kůrou druhotnou (periderm) - činností kambia (produkuje dovnitř sek. xylém a ven sek. floém)



Obr. 23. Srovnání primární (A) a sekundární (B) stavby stonku (JACOB a kol. 1981, upraveno).

1 – pokožka (epidermis), 2 – prvotní kůra, 3 – prvotní lýko, 4 – kambium, 5 – prvotní dřevo, 6 – dřev, 7 – druhotné lýko, 8 – druhotné dřevo, 9 – hranice letokruhu, 10 – dřevňové paprsky, 11 – druhotná kůra

## Větvení

Dochází k němu v uzlinách stonku

Hlavní stonk se pozná podle postavení listů, pokud jsou na stejnou stranu jako ta větev tak je to ta vedlejší

Podle postavení větví vůči hlavnímu stonku rozlišujeme 3 základní způsoby větvení:

- **Vidličnaté** = vzniknou dvě úplně stejné rovnocenné postranní větve, které se pak větví dál - plavuň *Lycopodium*

- **Postranní**

a) **monopodiální** - hlavní stonk pokračuje v růstu, postranní větve jsou potlačovány - smrk

b) **sympodiální** - postranní stonk pokračuje ve směru růstu stonku hlavního, který postranní stonk přerůstá - vinná réva, jmelí, lípa

## Typy stonku

**byliny** - stonk nedřevnatí (**lodyha** (stonk s listy po celé délce), **stvol** (listy v přízemní ružici, na stonku pouze květy), **stéblo** (dutý stonk s kolénky),

**oddenek**)

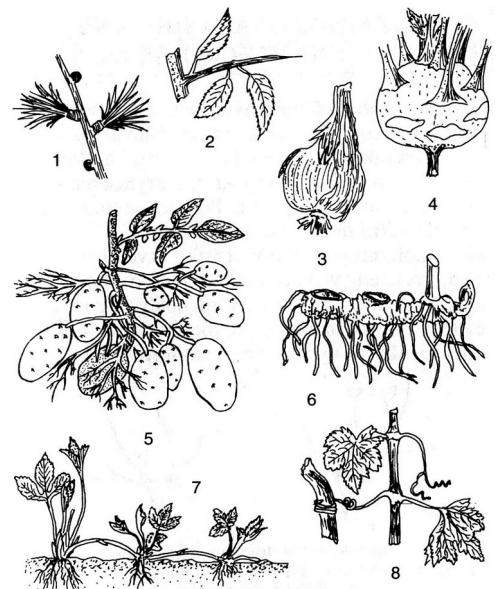
**dřeviny** - vnitřní pletiva stonku jsou zdřevnatělá

- **stromy** Tvoří se kmen a koruna
- **keře** - zdřevnatělé stonky se větví už od země
- **polokeře** - v horní části rostliny jsou stonky bylinné a na zimu odumírají - šalvěj
- **keřík** - malý keř - vřes, borůvka

Některé rostliny mají tenký, chabý stonk, který se ovíjí = **líány** (např. chmel otáčivý)

## Funkce

1. transportní - transpirační a asimilační proud
2. zásobní - oddenková hlíza bramboru



Metamorfózy stonku

1 – brachyblasty modřinu, 2 – trn trnky, 3 – stonková hlíza ocunu, 4 – stonková hlíza kedlubnu, 5 – oddenkové hlízy bramboru, 6 – oddenek kokoříku, 7 – šlahouny u jahodniku, 8 – úponky u révy vinné



- 3. rozmnožovací - šlahouny jahodníku, nese orgány rozmnožovací
- 4. fotosyntetická - krom vlastní fotosyntetické aktivity stonk umožňuje nejuvhodnější rozložení listů

### Metamorfózy

Oddenky (zásobní fce - článkovaný nezelený stonk, listy jsou přeměněny v šupiny), sasanka, kokořík

Oddenkové hlízy (zásobní fce), brambor

Stonkové hlízy (zásobní fce), kedluben

Šlahouny (reprodukce – nadzemní výběžky), jahodník

Stonkové úponky (přichycení), vinná réva

Stonkové trny = kolce (hloh, trnka)

Brachyblasty (zdřevnatělé stonky s velmi omezenými internodií), modřín

### Hospodářský význam

- obrovský

**zelenina** – bramborové hlízy, kedluben (stonkové hlízy), ředkvičky (hypokotylóvé hlízy)

**dřevní hmota** - výroba papíru, stavebnictví

**textilní průmysl** – len, konopí

**chemický průmysl** – inulin (topinambur); chinin (chinovník)

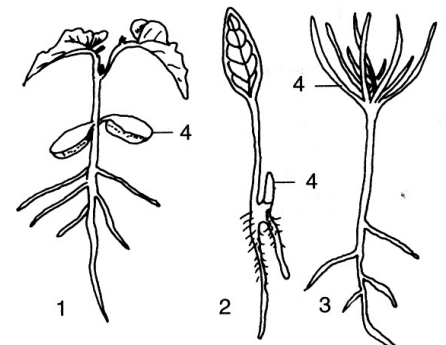
**potraviný** – cukr (třtinový cukr), skořice (skořicovník), vanilka (vanilka)

**pícniny**

**krycí pletiva** - výroba korku (dub korkový)

## List (fylom)

- postranní, obvykle plochý zelený útvar,
- tvořen opět třemi systémy pletiv: krycími, základními a vodivými.
- list má geneticky omezený růst
- vyvíjejí z hrbolků apikálního meristému vzrostného vrcholu stonku v pupenech, které se u dřevin zakládají již v předchozí vegetační sezóně
- u dřevin chrání pupeny **šupiny**, u bylin bývají pupeny nahé
- fotosyntéza



**Dělohy**

- 1 – rostlina dvouděložná (fazol),
- 2 – rostlina jednoděložná (vraní oko),
- 3 – rostlina, nahosemenná (smrk), 4 – dělohy

### Typy

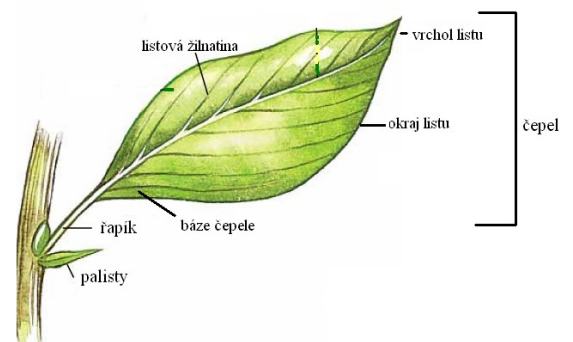
- děložní (zárodečné listy) - již v zárodku semene – výživa, jednodušší stavba než asimilační listy zelené i nezelené, různý počet děloh dvouděložné x jednoděložné R (u nahosemenných 1 - 18 d)
- asimilační listy - fotosyntéza - složeny z listové čepele a řapíku (řapík někdy i chybí - přisedlé listy)
- listeny – redukované listové útvary, v jejich úžlabí vyrůstají květy či větve. Mohou být pestře zbarveny (černýš hajní); sdružují se a tvoří zákrov (hvězdicovité) obal (miříkovité)

### Stavba

**Řapík, čepel** (souměrná, asymetrická),

**žilnatina** (soubor cévních svazků)

- někdy též:



palisty (u báze listů (vikev), volné či přirostlé k řapíku, i přeměna v trny (akát)) a pochva

#### Vnitřní stavba

Na spodní i svrchní straně je jednovrstevná pokožka s průduchy - svrchní **epidermis** nebývá obvykle

stejněho charakteru jako spodní

epidermis - spodní strana listů některých

rostlin má červené zbarvení - pravděpodobně

k odrazu světla zpět do listu.

Mezi svrchní a spodní pokožkou je **mezofyl** obsahující fotosyntetická pletiva

– **Palisádový parenchym** – protáhlé buňky s velkým počtem chloroplastů v 1 či více vrstvách (rozhodující pro fotosyntézu)

– **Houbový parenchym** – buňky s chloroplasty nepravidelného tvaru, větší intraceluláry, odvádějí asimiláty do lýka CS

#### Uspořádání CS (listové žilnatiny)

Vodivá funkce, zpevňuje list

Kolem CS parenchymatická s sklerenchymatická pochva

Vyjímečně jedna žilka – jehličnany, přesličky

**zpeřená žilnatina** - dvouděložné

**souběžná žilnatina** – jednoděložné

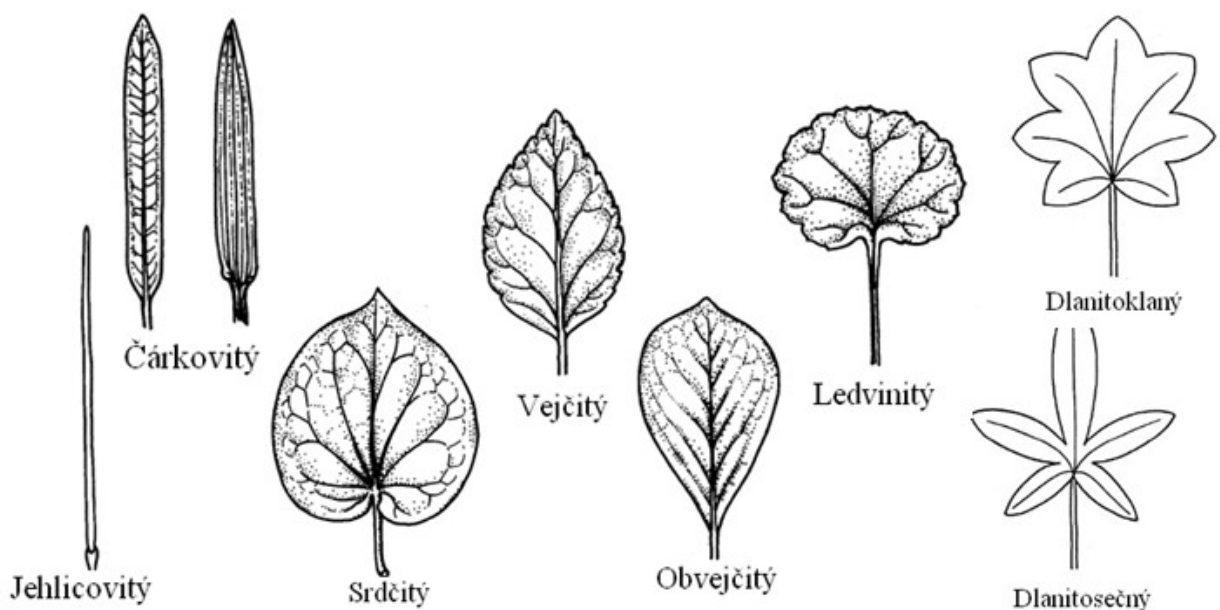
**dlanitá žilnatina** – větví se z jednoho místa – javor

**vidličnatá** (jinan), **znožená** (z jedné tlusté žilky odbočuje na jednu stranu opět pouze jediná žilka - čemeřice)

#### Tvar listové čepele

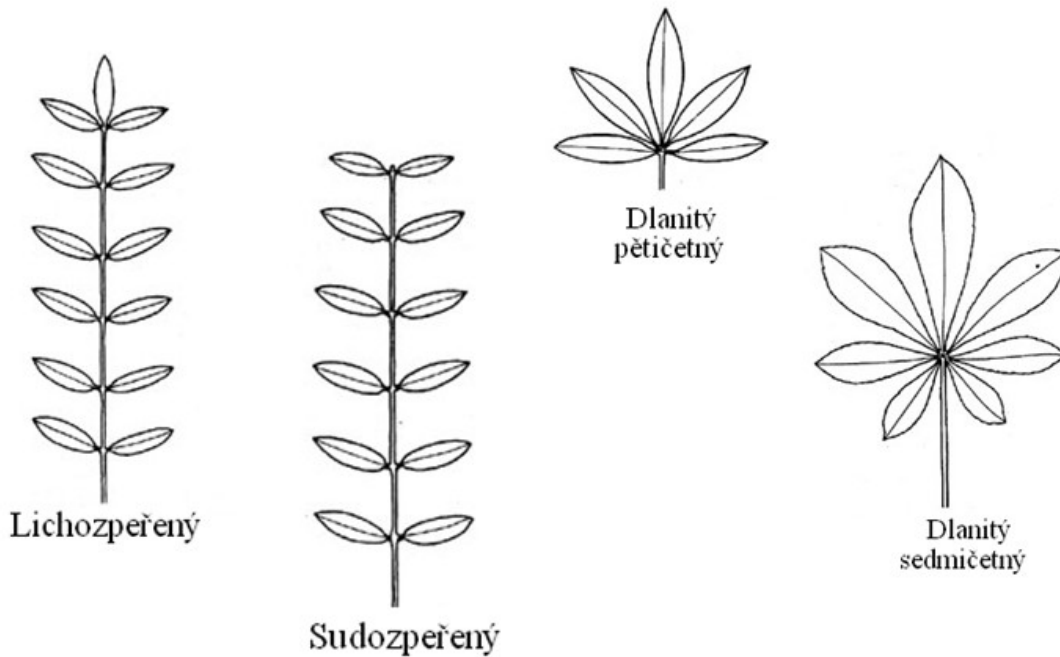
**Jednoduché listy**- čepele nečleněná nebo členěná různě hlubokými zářezy, celistvý obrys –

**celistvé** (jehlicovité, čárkovité, okrouhlé, oválné, vejčité, obvejčité, podlouhlé, kopinaté, kopist'ovité, lyrovité, klínovité, kosníkovité, srdčité, obsrdčité, hrálovité, střelovité, ledvinité, štítnaté) nebo **členěné** (zpeřená žilnatina - peřenolaločné, peřenoklané, peřenodílné,



peřenošedné, dlanitolaločné, dlanitoklané, dlanitodílné, dlanitosečné)

**Složené listy**- má čepel rozdělenou na samotné části – lístky - **dlanitě složené** (lístky vyrůstají z vrcholu řapíku - list může být trojčetný (jetel), pětičetný (mochna pětistá) sedmičetný (jírovec) až mnohočetný (vlčí bob) - okraj čepele má řadu podob: podle okraje čepele rozlišujeme list celokrajný, pilovitý, dvakrát pilovitý, kracovitý, zubatý, vroubkovaný, chobotnatý, vykrajovaný, vyhlodávaný, vykousaný) a **dlanitě zpeřené** (hlavní listové vřeteno, které je pokračováním řapíku a na něm vyrůstají v párech lístky - končí-li zpeřený list jedním lichým lístkem, nazývá se list lichozpeřený (Trnovník akát) - je-li list zakončen dvěma lísky, nazývá se sudozpeřený)



**Dvoulící list** (monofaciální, konvalinka, dub)

**Jednolící list** (bifaciální, kosatec) – srůstem okrajů původního dvoulícího listu

Souměrný list – většina

Nesouměrný list (jilm)

Různolistost (heterofylie) – na téže rostlině rostou současně listy různého tvaru (břečťan, topol)

Nestejnolistost – na téže rostlině vyrůstají současně listy různé velikosti (listová mozaika)

**Postavení listů na stonku**

- hledají optimum vůči Slunci

Z každé uzliny vyrůstá 1 list – střídavé postavení (jabloň)

Dva listy na jedné uzlině – vstřícné postavení (javor)

Tři a více listů na 1 uzlině – přeslenité postavení (přeslička)

Přízemní růžice listů (sedmikráska)



střídavé

14



vstřícné



přeslenité





přizemní růžice

## Opad

- mírný pás
- předcházejí četné změny v listu - ztráta chlorofylu a odvod řady využitelných látek do těla stromu.
- Vlastní opad je způsoben enzymatickým rozložením buněčných stěn na určitém místě řapíku, až list zůstává připojen pouze vodivými pletivami, které se pak působením větru odlomí. Po opadu dojde k uzavření vzniklé rány ochrannou vrstvou z korkovatělých buněk, čímž se zamezí unikání vody a vniku patogenů. Opad listů je vlastně ochrana stromu před nadměrným výparem vody v zimním období.

## Metamorfózy

**Trny dřívěálu**

**Zásobárna vody** u sukulentů

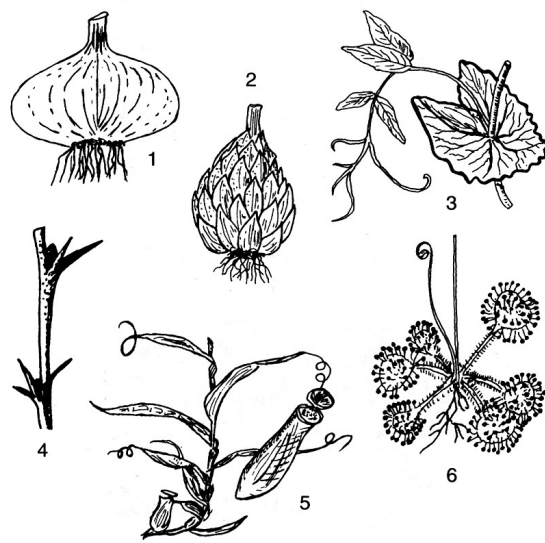
**Úponky hrachu**

**Lapací zařízení** masožravých rostlin - rosnatka, láchkovka

**Cibule** - zásobní útvar - cibule kuchyňská

**Plevy a pluchy** v květenství trav

**Šupiny** - chránící pupeny



**Metamorfózy listu**

1 – cibule kuchyňská, 2 – cibule lilie, 3 – listový úponek hrachu, 4 – trny dřívěálu, 5 – konvice s víčkem u láchkovky, 6 – listy rosnatky se žláznatými trichomy

## Hospodářský význam

**Potravina** - zelí, kapusta, špenát, salát, cibule

**Léčivky** - máta

**Textilní rostliny** - sisal

**Koření** - majoránka, vavřík (=bobkový list)

**Pochutina** - čajovník

**Tabák**

**Píce** pro hospodářská zvířata

## Generativní orgány

**Generativní orgány** rostliny jsou orgány rostlin s generativní funkcí, tedy ty, které rostlině slouží k pohlavnímu rozmnožování (ne však k nepohlavnímu), obecně pro vznik příští generace rostlin. Květ a jeho části, plody, semena.

## Pojmy

**kambium** = zajišťuje tloušťnutí stonku -> vzniká sekundární dřevo a lýko

**felogén** = druhotné dělivé krycí pletivo

**kutikula** = vrstva pokrývající mnohé živočichy a rostliny, téměř nepropustná pro vodu a plyny, u kaktusů

**trichomy** = jsou výběžky na pokožce rostlin, vznikají z pokožkových buněk rostlin, jedno nebo mnoho buněčné

**hydatody** = jsou typy rostlinného vyměšovacího pletiva u některých vývojově pokročilejších rostlin, hydatody jsou otvory, které umožňují výdej kapalné vody skrz pokožku = gutace

**haustoria** = metamorfóza kořene – jmelí

**asimilační pletivo** = tvorba asimilátu (vzniká fotosyntézou) – chloroplastu (hodně) – ve všech zelených částech

**děložní listy** = jsou první listy na stonku, ne vždy vyjdou až na povrch, někdy pod zemí

**borka** = vrchní odumřelá zkorkovatělá vrstva pletiv na povrchu kmene, větví i kořenů, kůra

**lenticely** = čočinky – mrtvé parenchymatické buňky, které nahradili průduch

## Podotázky

- 1) Charakteristické znaky rostlinné buňky
- 2) Rostlinná pletiva – různá hlediska dělení
- 3) Rostlinná pletiva podle funkce
- 4) Krycí rostlinná pletiva, průduchy, trichomy
- 5) Dělivá rostlinná pletiva – primární a sekundární
- 6) Vodivá rostlinná pletiva, typy cévních svazků
- 7) Kořen – stavba, funkce, typy, metamorfózy, hospodářský význam
- 8) Stonek - stavba, funkce, typy, metamorfózy, hospodářský význam
- 9) List - stavba, funkce, typy, metamorfózy, hospodářský význam
- 10) Generativní rostlinné orgány (pouze přehled a význam)

## 4. Nižší rostliny, houby a lišejníky

### Podotázky

- 1) Charakteristika nižších rostlin, stélka, evoluce
- 2) Charakteristika řas, typy stélek, fotosyntetická barviva
- 3) Rozmnožování řas – pohlavní, nepohlavní
- 4) Rodozměna u řas, gametofyt, sporofyt
- 5) Zástupci řas a jejich význam
- 6) Charakteristika hub a jejich význam
- 7) Rozmnožování hub
- 8) Systém a zástupci hub
- 9) Praktické využití hub, jedovaté houby
- 10) Lišejníky – symbióza, typy stélek, zástupci, význam

### Pojmy

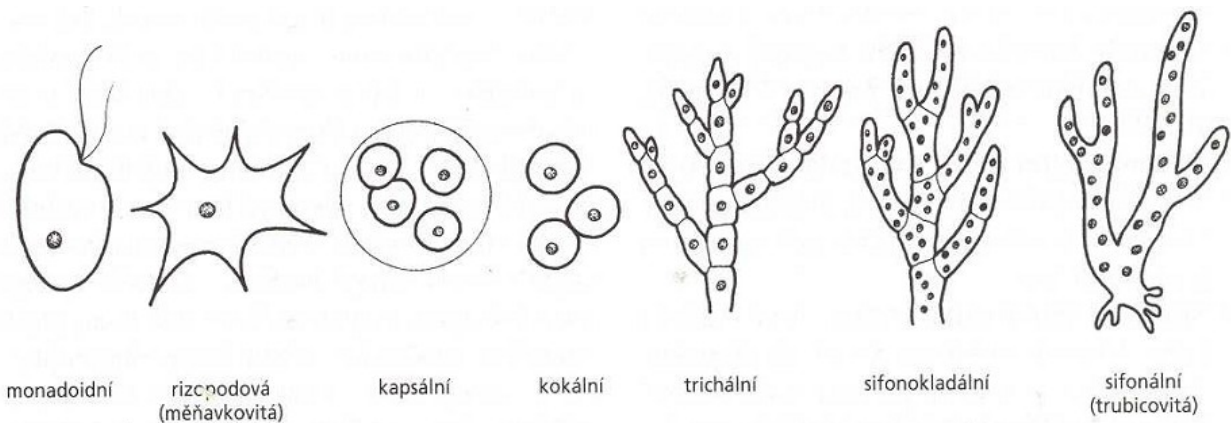
- thalus = stélka – tělo organismů, které není rozlišeno na orgány
- oogamie – tp oplození, kdy pohyblivé samčí buňky oplodňují oosféru
- hyfa – houbové vlákno
- mycelium - stélka hub tvořená navzájem propletenými hyfami
- konidie – nepohyblivé spory vznikající na konidioforech
- mykobiont – houbová část lišejníku
- agar – polysacharid, složka BS ruduch - využití
- mykorrhiza – symbióza rostlinných kořenů s houbami
- dikaryofáze – stav, kdy buňka obsahuje dvě jádra
- aflatoxiny – karcinogenní látky hub – jed produkovaný například kroupidlákem

### Nižší rostliny

- oddělení ruduchy, zelené řasy a parožnatky
- **Stélkaté** rostliny – **eukaryotní**, obsahují **chlorofyl a**, chloroplasty vzniklé primární endosymbiózou
- Stélka = thalus – tělo organismu, které není rozlišeno na orgány
- **kolonie** – soubor buněk, držících pohromadě slizovými obaly, patřících několika generacím
- **cenobium** – soubor buněk (typ kolonie), vždy pravidelně uspořádaných, patřících k jedné generaci – např. volvox globator

### Stélky

- **Monadoidní** - jednobuněčná, jednojaderná, *bičíkatá*, se světločivnou skvrnou – stigma, pulzující vakuola
- **Rhizopodová** - jednobuněčná, jedno- či mnohoaderná (plazmodium) měňavkovitá stélka, tvoří panožky (pseudopodia), které slouží k pohybu a k zachycování potravy
- **Kokální** - jednobuněčná, většinou jednojaderná, *nepohyblivá*, se stěnou buněčnou
- **Kapsální** - Jednojaderná, polární stavba, někdy pseudocilie, na povrchu bývá homogenní nebo strukturovaný sliz, pulzující vakuoly, chloroplast - stigma
- **Trichální** – vláknitá, mnohobuněčná z *jednojaderných* buněk
- **Heterotrichální** – viz trichální, ale vlákna morfologicky a funkčně rozlišená
- **Sifonální** - trubcovitá: vláknitá či vakovitá, *jednobuněčná, mnohoaderná*
- **Sifonokladální** - viz sifonální, ale *mnohobuněčná*
- **Pletivná** - mnohobuněčná, rozlišená na přichytná vlákna (rhizoidy), lodyžku (kauloid), lístky (fyloidy) => připomíná tělo cévnatých rostlin



Obr. 5.64 Hlavní typy stélek.

## Řasy

### Charakteristika

- morfologicky velmi **různorodé** organizmy
- jde o samostatné vývojové větve, které se vyvíjely souběžně
- **autotrofní**, jedno až mnohobuněčné nižší rostliny, u nichž nedošlo k diferenciaci pletiv
- tělo mnohobuněčných řas je tvořeno **stélkou**, u dokonalejších druhů je stélka pletivná
- v povrchových vrstvách **moří** a vodních nádrží tvoří významnou složku **fytoplanktonu**. V biosféře mají velký význam jako **primární producenti** organických látek a kyslíku
- spolu se sinicemi jsou předmětem studia **algologie**
- Stavba buňky
  - buněčné jádro a **chromatofory** (vezikuly spojené s membránou)
  - **eukaryotní** struktura
  - Při **pohlavním procesu** se spojují dvě jádra, pocházející od různých jedinců. Splynutím jader vzniká diploidní jádro, ze kterého v následném meiotickém dělení vznikají haploidní jádra s jednoduchým počtem chromozomů

### Rozmnožování

- Velká rozmanitost pohlavního a nepohlavního rozmnožování, které je **podmíněno vodním prostředím**
- Jednobuněčné řasy se často rozmnožují **dělením buněk**
- Jedinou diploidní složkou je obvykle **zygota**, vzniklá spojením dvou gamet. Pouze u **ruduch a některých zelených řas** se vyskytuje diploidní generace – **sporofyt** jako samostatná rostlina. U těchto rostlin dochází nejen ke **střídání jaderných fází** (tj. haploidní a diploidní), ale i ke **střídání generací** (gametofyt (n), pohlavní generace a sporofyt (2n), nepohlavní generace) – **rodozměně**

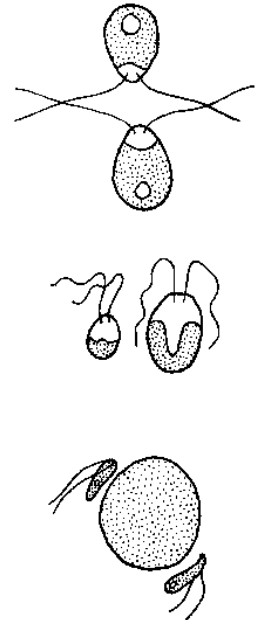
### Nepohlavní

- **Sporangia** – tvoří výtrusy, spory
  - o 1. Pohyblivé – **zoospory**
  - o 2. Nepohyblivé – **aplanospory**
- **Vegetativní rozmnožování** - pomocí částí vláken, dorůstání do původní velikosti, speciální rozmnožovací části (parožnatky), fragmentací stélky (ruduchy)

### Pohlavní

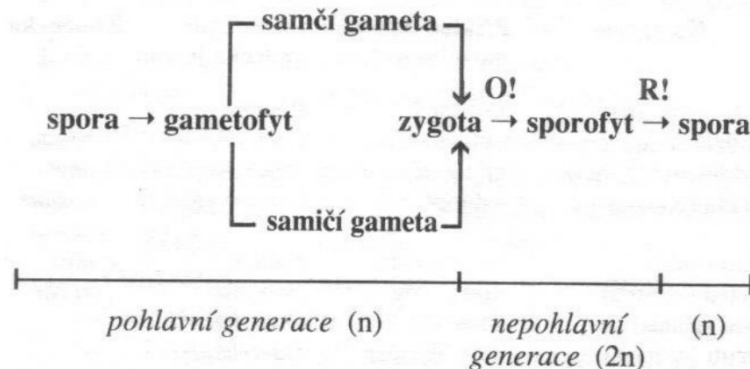
- **plazmogamie**-splývání plazmy kopulujících buněk
- **karyogamie**-splývání dvou haploidních jader

- → 2n jádro, **zygota**
- → **Mitotické** dělení (nemusí být přítomno)
- → **Meiotické** dělení
- → **Gamety**
- a) gamety z **vegetativních buněk**      b) Na special. buňkách –**gametangiích**
- **Gamety** - vždy **haploidní**
  - o Pohyblivé (**planogamety**) - bičíky
  - o Nepohyblivé (**aplanogamety**)
- Dělení oplození podle průběhu
  - o **Gametogamie**
    - 1. **Izogamie**-gamety stejně velké a stejný tvar, odlišně laděné +/-
    - 2. **Anizogamie**-gamety různá velikost, stejný tvar
    - 3. **Oogamie**-samčí **androgamety**(**spermatozoidy**-pohyblivé, **spermacie**-nepohyblivé) oplozují samičí **oosféru** (velká)
  - o **Gametangiogamie** - Splývání celých gametangií
  - o **Somatogamie** - Splývání protoplastů vegetativních buněk
- Po oplození → vznik zygoty → ztlouštění buň. stěny → **zygospora/hypospora** → klidové období



### Metageneze (=rodozměna)

- **gametofyt** = útvar (např. řasa či rostlina), který je tvořen pouze z **haploidních** buněk (obsahujících tedy pouze 1n chromosomů, úplně stejně jako gameta)
  - o gametofyt vzniká opakovanými **mitózami ze spory** (n; výtrus)
  - o gametofyt produkuje **gamety**
- **sporofyt** = útvar (např. řasa nebo rostlina), který je tvořen pouze z **diploidních** buněk (obsahujících tedy 2n chromosomů)
  - o Sporofyt vzniká opakovanými **mitózami ze zygoty**
  - o sporofyt produkuje **spory**
  - o **sporangia** = útvary, ve kterých vznikají výtrusy (spory)
- **rodozměna izomorfická** - sporofyt a gametofyt se neliší
- **rodozměna heteromorfická** - jsou odlišné, často jedna z fází výrazně převažuje a druhá je redukována

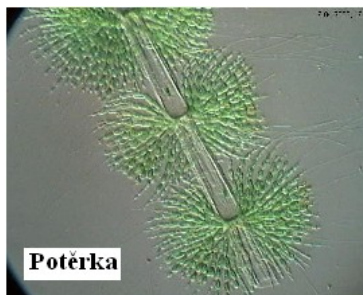


**O!** – oplození  
**R!** – redukční dělení  
**n** – poloviční (haploidní) počet chromosomů  
**2n** – plný (diploidní) počet chromosomů

### Odd. Červené řasy, ruduchy (*Rhodophyta*)

- Evoluce - Patrně se brzy oddělily
- **jednobuněčná, vláknitá** nebo **pletivná stélka**, často složitě diferencovaná
- v životním cyklu jim **chybí bičíkaté stádium**
- jsou **podobné sinicím**, ale liší se eukaryotickou stavbou buňky s chloroplasty, **oogamií** a **vyspělou organizací stélky**
- specifický útvar na gametofytu – **karpospora** (velká)
- fosilní nálezy již v **prekambrických** horninách.
- Chloroplasty obsahují **chlorofyl a a d**, **karotenoidy**, **fykobiliny** (**fykoerythrin** (červený), **fykocyanin** (modrý))
- Zásobní látkou je **florideový škrob** ( $\alpha$  – 1,4 – polyglukan).
- Rozmnožují se nepohlavně **aplanosporami**, pohlavně **oogamicky**.
- Buněčná stěna z **amorfních galaktanů** (**agar**, **karagen**)
- Zejména v **teplých mořích** – díky fykoerythrinu mohou žít až v hloubce **200 m**
- Význam
  - o **potrava** (JV Asie) – **Porphyra**
    - potravinářství - rosolenka (*Gelidium*)
  - o **karagen** - **tužidlo** v mlékárenství, **farmacie**...
    - puchratka (*Chondrus*), „*irský mech*“
  - o **lékařství** – proti parazitickým červům, epilepsii, srážení krve, inhibice viru HIV
  - o **agar** – polysacharidy BS, v horké vodě bobtnají

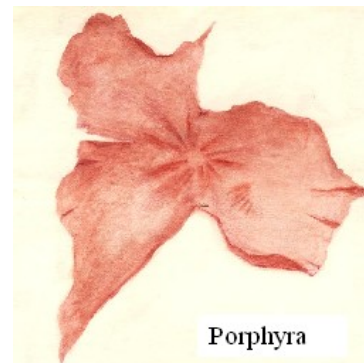
potěrka (*Batrachospermum*) (modrozelená přeslenitě větvená stélka, u nás v horských potocích, 10 – 12 cm), rosolenka (*Gelidium*) (červené, využití na výrobu agaru), Porphyra (velké listovité části stélky), korálovka (*Corallina*) (inkrustace BS – útesy), puchratka kadeřavá (*Chondrus crispus*) (zdroj karagenu)



Potěrka



Gelidium



Porphyra

#### Odd. Zelené řasy (Chlorophyta)

- Vývojový **předek vyšších zelených rostlin** (stejná barviva – **chlorofyl a a b**, **karoten**, **xantofyly**, stejná zásobní látka – **škrob**, BS z **celulózy**)
- V chloroplastech se **netvoří grana** (na rozdíl od vyšších rostlin) a nejsou nikdy prostřednictvím endoplazmatického retikula spojeny s jádrem
- Všechny typy **stélek**
- **Pyrenoid** – bílkovinné tělísko v chloroplastech – fixace CO<sub>2</sub> pomocí RUBISCO
- Většinou **sladkovodní**, některé i **suchozemské** (zrněnka)
- Význam
  - o **Fotosyntéza**, **potravní řetězce**, **symbióza**, budoucnost (výroba **ropy** - zelenivky), výroba **potravních doplňků**, **farmacie**, **krmné směsi**, **eutrofizace**, **bioindikátory**.
- Třídy
  - o Zelenivky



- Spájkivky - vzrušující rozmnožování
- Kadeřnatkovité – rodozměna
- Trubicovité – ty poslední tři mají **uzavřenou mitózu** – nerozpadají se membrány

### Zelenivky (*Chlorophyceae*)

- jedno - i mnohobuněčná **stélka**
- často žijí v **koloniích**, nebo vytváří **cenobia**
- obývají hlavně **sladké vody** ale jsou i ve **slaných**
- rozmnožování **dělením, spori** (nepříznivé podmínky – **hypnospor**)
- **pohlavní rozmnožování** několika typů
- chlorokokální řasy často příčinou **zákalů stojatých a pomalu tekoucích vod** (genetické pokusy, studium fotosyntézy)

Jednobuněčné monadoidní: **pláštěnka** (*Chlamydomonas*) (stojaté a mírně tekoucí vody), **váleč koulivý** (*Volvox globator*) (cenobiální řasa – až 2000 buněk, v tropech až 3 mm; asi 0,8 mm průměr)

Jednobuněčné kokální: **zrněnka obecná** (*Protopoccus*) (suchozemská), **řetízovka** (*Scenedesmus*), **zelenivka** (*Chlorella*) (zdroj vit. B, C, K a bílkovin, spolu se zrněnkou povlaky na stromech, v půdě, vodě atd.)



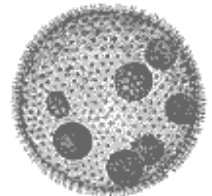
pláštěnka



řetízovka



zelenivka



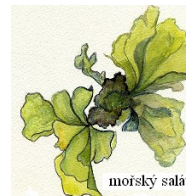
váleč

### Kadeřnatkovité (*Ulvophyceae*)

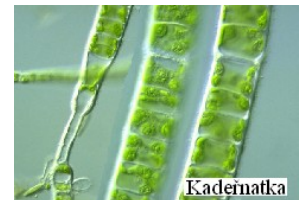
- Uzavřená mitóza
- Mnohobuněčná trichální až pletivná stélka

**Kadeřnatka, porost locikový** (= **mořský salát**, *Ulva lactuca*)

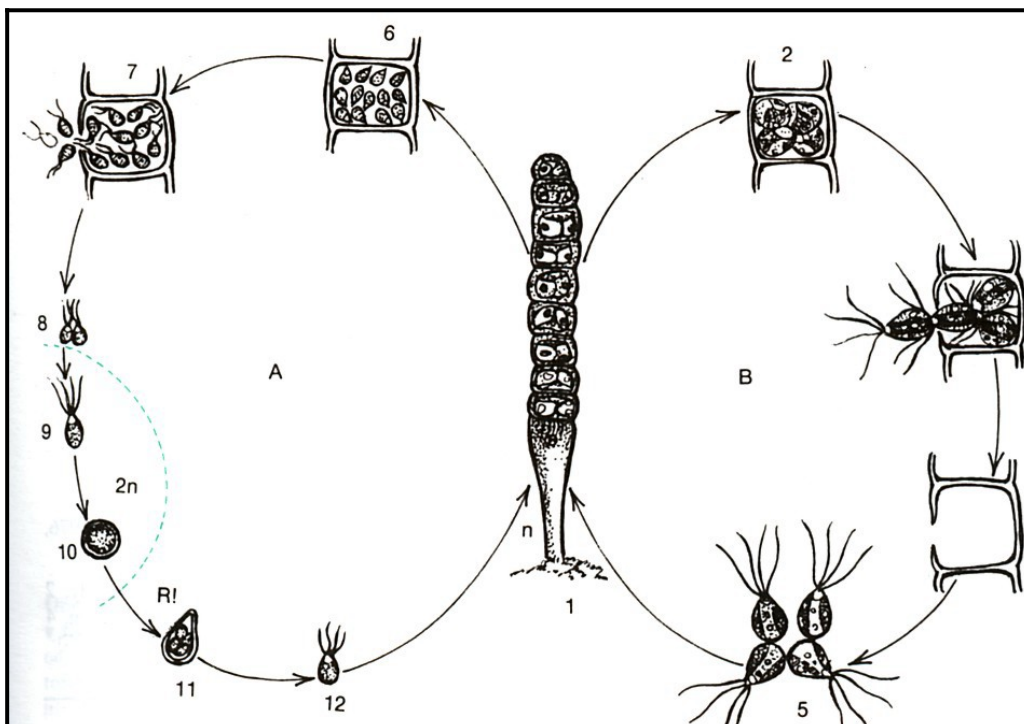
- **Životní cyklus – kadeřnatka**



mořský salát



Kadeřnatka

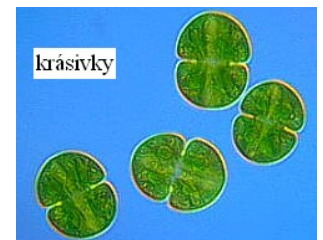
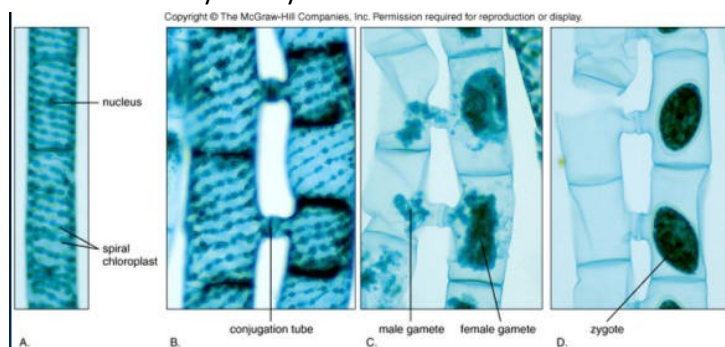


A – pohlavní rozmnožování, B – nepohlavní rozmnožování, 1 – vláknitá stélka kadeřnatky, 2 – tvorba zoospor, 3, 4 – uvolňování zoospor, 5 – zoospor, 6 – tvorba gamet,

7 – uvolňování gamet, 8 – splývání gamet, 9, 10 – vznik zygoty, 11 – vývoj zygoty, 12 – zoospora, R! – redukční dělení

### Spájkivky (*Conjugatophyceae*)

- jednobuněčná i vláknitá **stélka**
- uzavřená mitóza
- rozmnožování pohlavní – **zygosporami**, procesem, nazývaným **spájení** (konjugace) – protoplasty zastupují gamety - splývání celých protoplastů vegetativních buněk (plazmogamie), které jsou schopny améboidního pohybu. Vzniká tlustostěnná zygoty, z které pak klíčí vlákno
- Zygospora vyklíčí (přitom dochází k meióze) ve vlákna
- rozmnožování nepohlavní – **rozpadem vláknů**
- **sladkovodní** druhy
- V životním cyklu chybí bičíkaté stádium

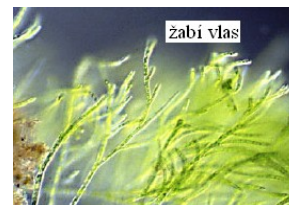


šroubatka (*Spirogyra*) (mnohobuněčná, šroubovitě stočené chloroplasty), krásivky (*Cosmarium*) (jednobuněčné, buňka rozdělena zářezem na dvě poloviny spojené můstkem), jařmátka

### Trubicovky (*Bryopsidophyceae*)

- Uzavřená mitóza

Žabí vlas (*Cladophora*) (sifonokladální stélka)

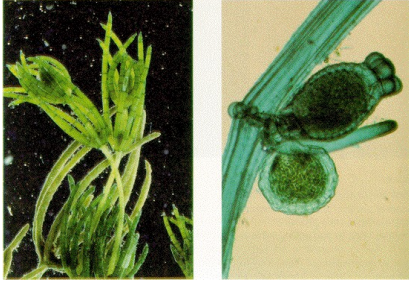


### Odd. Parožnatky (*Chara*)

- **pletivé stélky**, připomínají **přesličky**
- buněčné stěny někdy **inkrustovány uhličitanem vápenatým** (vznik **travertinu**)
- **chybí nepohlavní** rozmnožování pomocí spor
- rozmnožují se **rozpadem stélky, rozmnožovacími tělísky**
- pohlavní r. – **oogamie**
- celá rostlina je **haploidní**, jediná diploidní buňka v životním cyklu je **zygota**
- mírně tekoucí a stojaté vody na písčitých dnech
- evoluce – přechod k vyšším rostlinám

parožnatka





## Houby (Fungi)

### Charakteristika

- Patří do Opisthoconta
- Oddělení:
  - Chytridiomycety (*Chytridiomycota*) - polyfyletické (mají více než jednoho evolučního předka)
  - Mikrosporidie (*Mikrosporidiomycota*) - asi vůbec nepatří k houbám – hmyzomorka včelí, hmyzomorka bourcová
  - Zygomycety (*Zygomycota*) - polyfyletické
  - Houby vřecovýtrosé (*Ascomycota*)
  - Houby stopkovýtrosé (*Basidiomycota*)
- Evoluce:
  - Nálezy z **prekambia**
  - **Polyfyletická** skupina
  - Před 400 miliony let - souš
- Význam:
  - **Rozkladači**, potrava pro zvířata, **jídlo** pro člověka (hodně AMK, minerálů), výroba **léčiv**, enzymů a vitamínů, biologický **boj**, **mykoherbicity**, **choroby**, **mykorhiza**, **jedy (mykotoxiny, aflatoxiny)**, **škůdci úrody**, **výroba potravin**
  - Jako prevence otravám se doporučuje:
    - Konzumovat pouze bezpečně **známé druhy**
    - Houby **neukládat do neprodyšných sáčků**
    - **Nekonzumovat ohříváné** houbové pokrmy
  - Houbové plísně – kropidlák, štětičkovec – produkují jedy, **aflatoxiny**, které při dlouhodobém působení vyvolávají **jabatní choroby**. Nejčastěji se zkonsumují na **zplesnivělém** ovoci a pečivu
- Mykorhiza:
  - **Symbióza** mezi vyššími rostlinami a podhoubím hub (určitá rostlina bývá v symbióze jen s určitou houbou)
  - Rostliny poskytují houbě **cukry** a jiné organické látky a houba poskytuje vlhkost, **minerální látky** a účinné látky, např. vitamíny.
  - **Endomykorhiza** = hyfy pronikají do buněk rostliny. Známá u 80% cévnatých rostlin; především Zygomycota
  - **Ektomykorhiza** = hyfy pouze obalují kořínky, ale nepronikají dovnitř buněk. Především Basidiomycota, někdy i Ascomycota (lanýž)
- Stavba:
  - **mycelium** (=podhoubí) z **hyf**(vláken) značné délky a povrchu a schopností rychlého růstu

- za příznivých podmínek tvorba **plodnic** (srostlé propletené hyfy vytvoří nepravé pletivo **plektenchym**)
- Někdy nepravé podhoubí - **pseudomycelium**
- **Eukaryota** (buňka hub), většinou **mnohobuněční, heterotrofní** - kvasinky jsou ale jednobuněčné
- Živiny přijímají **absorpcí**
- Mají **stélku**
- **saprofyté, symbionti** nebo **parazité**
- Buněčná stěna hub je tvořena **chitinem** a **β-glukanem**
- Zásobní látkou je **glykogen**
- **Spora** = mikroskopická částice schopná vyklíčit v dospělého jedince, aniž by musela splýnout s nějakou jinou buňkou. U hub může být jednobuněčná nebo i vícebuněčná.
- **Hyfa** = vlákno tvořící část stélky hub nebo mycelia; vznikne vyklíčením spory
- **Mycelium** = vláknitá stélka hub tvořená navzájem propletenými hyfami - součástí mycelia jsou i útvary kde vznikají spory
- **Sporangium** = specializovaný útvar ve kterém vznikají spory
- **Haustoria** = jsou přeměněné hyfy, pronikající do tkání hostitele, odkud získávají živiny
- Existují různé **adaptace hyf** – např. k lovu kořisti

#### Rozmnožování

- Mají **pohlavní i nepohlavní spory** – velmi odolné (až 160 km pod zemí, až 10 000 spor v jednom metru krychlovém vzduchu)
- Tři stádia – **haploidní, diploidní** a **dikaryotní**

#### Nepohlavní

- časté, slouží k **rychlému** rozšíření druhu, pomocí **fragmentů hyf, pučením** nebo nejčastěji pomocí **nepohlavních spor**. Stádium, v němž se tvoří nepohlavní rozmnožovací struktury, se nazývá **anamorfa**, pohlavní se nazývá **telemorfa**.
  - **Zoospory** – vznikají v zoosporangíích, mají jeden hladký bičík, ve vodě schopny pohybu; chytridiomycety
  - **Sporangiospory** – nebičíkaté, nepohyblivé, vznikají ve sporangíích; zygomycety
  - **Konidie** – nepohyblivé, vznik na specializovaných hyfách – **konidioforech**, různé barevné, vznikají **rozpadem hyf** nebo se tvoří a hyfě principem **pučení**; vřeckovýtrusé, stopkovýtrusé

#### Pohlavní

- **syngamie** (spojení dvou buněk dvou individuí)– 3 fáze
  - **Plazmogamie** – splnutí cytoplazmy haploidních buněk
    - **Dikaryon** = jev, kdy se po plazmogamii dvě jádra (**vždy haploidní**) nachází v cytoplazmě odděleně od sebe. Tyto dvě jádra mohou koexistovat a dělit se hodiny, měsíce či staletí
  - **Karyogamie** – splnutí jader (2n)
  - **Meióza** – obnovuje se (n) stav, Meióza probíhá ve specializovaném orgánu – **meiosporangiu**, pohlavní spory se nazývají **meiospory**

#### Odd. Chytridiomycety (Chytridiomycota)

- hojně v **půdě** a **sladkých** vodách
- **saprofyti** nebo **paraziti** prvoků, rostlin či živočichů
- jednobuněčné i mnohobuněčné (**trubicovité** mycelium bez příhrádek)
- jako jediní z hub mají **bičík (zoospory)** – pohlavně **izo- anizo-** a **oogamie**

- možná se vyvinuly z bičíkatých protist, kam jsou občas řazeny

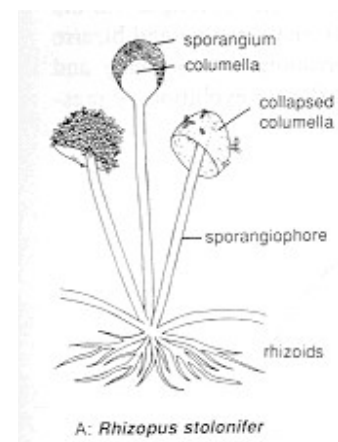
Rakovinovec bramborový (*Synchytrium endobioticum*) (původce rakoviny brambor), lahvičkovka (*Oplidium brassicae*)

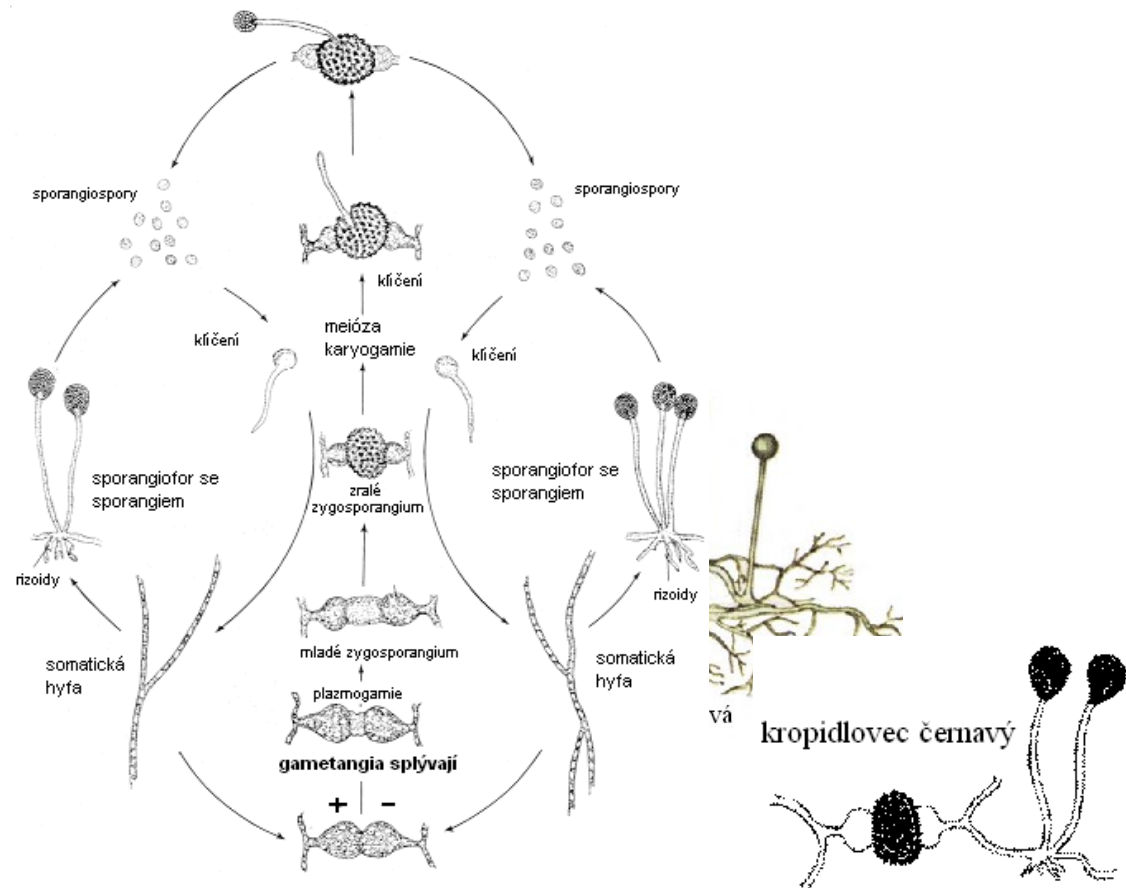
### Odd. Zygomycety (Zygomycota)

- popsáno asi 1 000 druhů
- většinou **suchozemské**, rostou v půdě nebo na tlejících organismech
- **Edafon, mykorhiza, parazité**
- **Trubicovité**(mnohojaderné) **podhoubí**, ve stáří nepravidelně přehrádkované
- Rozmnožování:
  - o Nepohlavně – **sporangiospory**
  - o pohlavně – **zygospory**

### Životní cyklus:

- Sousední mycelia opačných párovacích typů (+ a -) tvoří hyfální výběžky zvané **gametangia**. Každé obsahuje několik haploidních jader oddělených **septem**
- Mezi gametangiemi nastává **plasmogamie** (=splynutí cytoplazmy) a vzniká **dikaryotické zygosporangium**
- U tohoto zygosporangia vzniká pevná a drsná **buněčná stěna**, schopná po měsíce vzdorovat vyschnutí a jiným nepříznivým podmínkám
- Když jsou podmínky opět příznivé, nastává **karyogamie** a protilehlá jádra splývají. Bezprostředně po karyogamii následuje **meióza**
- Ze **zygosporangie** potom vyroste krátké **sporangium**, ze kterého se uvolňují **geneticky různorodé haploidní spory - sporangiospory**
- Tyto spory vyklíčí v nové **haploidní mycelia**
- Mycelia rodu *Rhizopus* se mohou rozmnožovat rovněž nepohlavně tvorbou **sporangíí**, ve kterých se nacházejí **geneticky totožné spory**

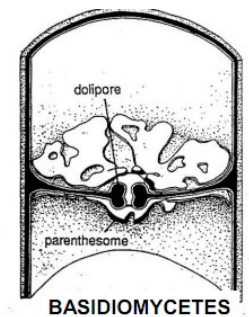
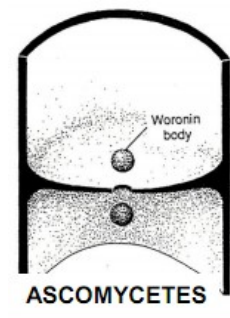




plíseň hlavičková (*Mucor mucedo*) (často na koňském trusu), kropidlovec černavý – chléb, ovoce

### Ascomycota a Basidiomycota

- Mají **dikaryotní fázi** – charakteristické
- Umí využít jako zdroj potravy **celulózu, lignin** a dokonce **keratin** (- vlasy, nehty, srst)
- Sporangia ascomycet jsou **vřečka (asca)**. V dospělosti obsahují **osm haploidních spor (askospor)**, které se uvolňují do vzduchu
- Sporangia basidiomycot jsou **basidia**. Obvykle obsahují **čtyři drobné výběžky**, každé obsahuje **jednu haploidní sporu (basidiosporu)**

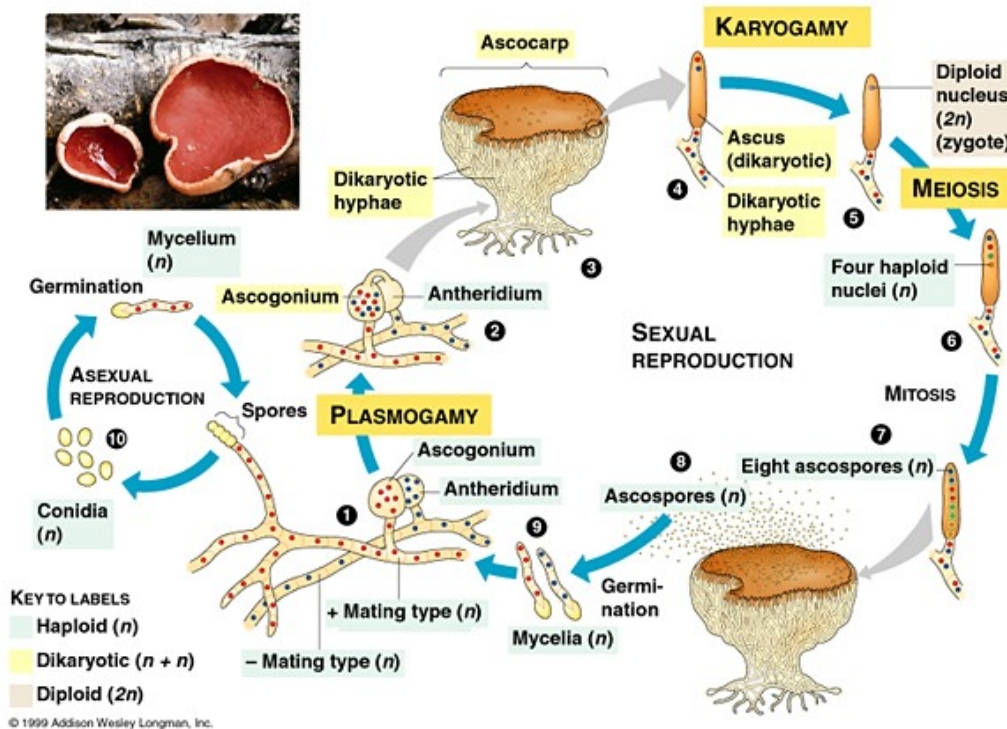


- Vznik asků či basidií značí konec dikaryotní fáze: dvojice jader **splynula** a nastala **meióza** (u **ascomycot** následovaná **mitózou**), čímž vznikne 8 haploidních askospor nebo čtyři haploidní basidiospory

### Odd. Askomycéty (*Ascomycota*)

- popsáno kolem 32 000 druhů
- **mořské, sladkovodní, suchozemské**
- tvoří **vřečka** (vřečko = ascus), které obsahují **8 askospor**. Tato vřečka jsou vždy důsledkem pohlavního procesu
- krom toho se rozmnožují i nepohlavně pomocí **konidií**
- asi 40% z nich tvoří **lišejníky**
- některé žijí v **intercelulárách houbovitého parenchymu listů** a vylučují **toxiny** jedovaté pro hmyz, ale mohou pomáhat i jinak

- **Přehrádkované mycelium** (krom kvasinek); v přehrádkách **centrální otvor**
- Jednobuněčná vřetka buď **na konci hyf**, nebo **ve výtrusorodé vrstvě**

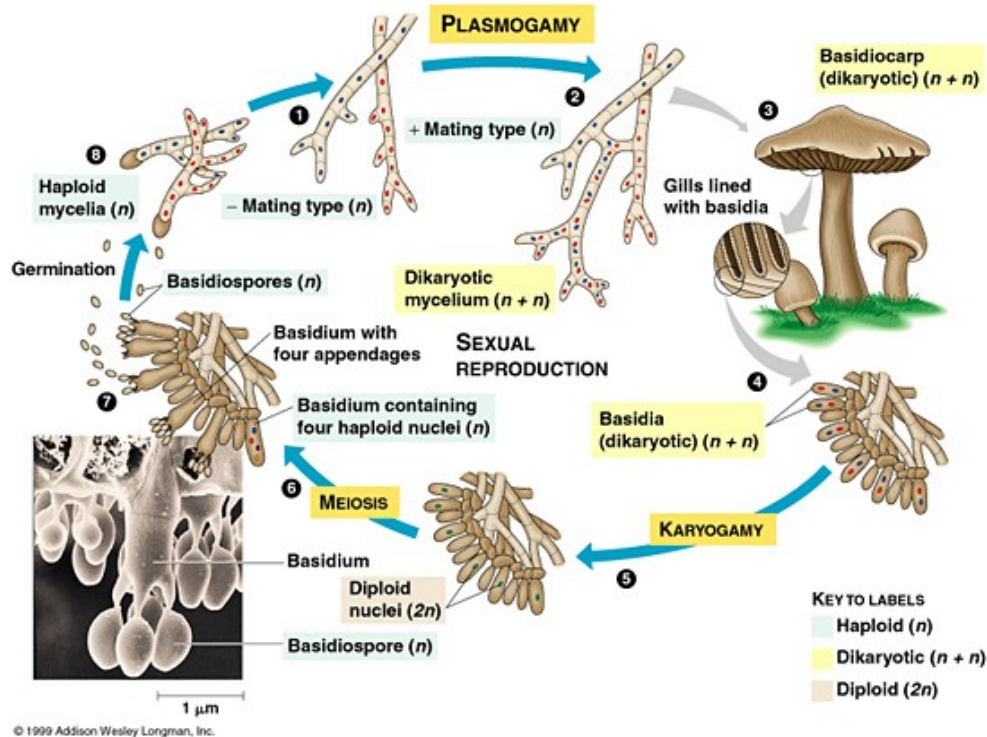


kvasinky (*Candida albicans*), štetičkovec (*Penicillium*), kropidlák (*Aspergillus*) (aflatoxiny – toxické, karcinogenní), paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) (alkaloidy - halucinace), kaďeřavka topolová (*Taphrina populina*), lanž letní (*Tuber aestivum*), svraštělka javorová (*Rhytisma punctatum*), ohnivec šarlatový (*Sarcoscypha coccinea*) (na ztrouchnivělém dřevu), smrž (*Morchella*) (jedlý), padlí (obligátní parazité, na povrchu rostlinných orgánů tvoří bělavé mycelium a čerpá výživu z hostitele - ničí úrodu), ucháč obecný (jedovatý)

### Odd. Basidiomycéty (*Basidiomycota*)

- asi 25 000 druhů
- Vývojově **nejstarší**
- **mykorrhizální houby** i **parazité** rostlin
- výtrusy, zde zvané **basidiospory**, vznikají na povrchu buněk, zvaných **basidie** – uspořádány do výtrusového rouška (**hymenium**)
- Basidiospory se vytváří až po pohlavním procesu
- Nevytváří pohlavní orgány (**gametangia**)
- Přehrádkované mycelium s centrálním otvorem se soudečkovitými ztluštěninami





- Mohou mít ten zbytek plachetky na **klobouku**, **prstenec** (zbytek po závoji) a ještě dole **pochvu** (po plachetce). **Závoj** kryje houbu když se vyvíjí. Ze spoda má buď **lupeny** nebo **rourky**.

- **System:**

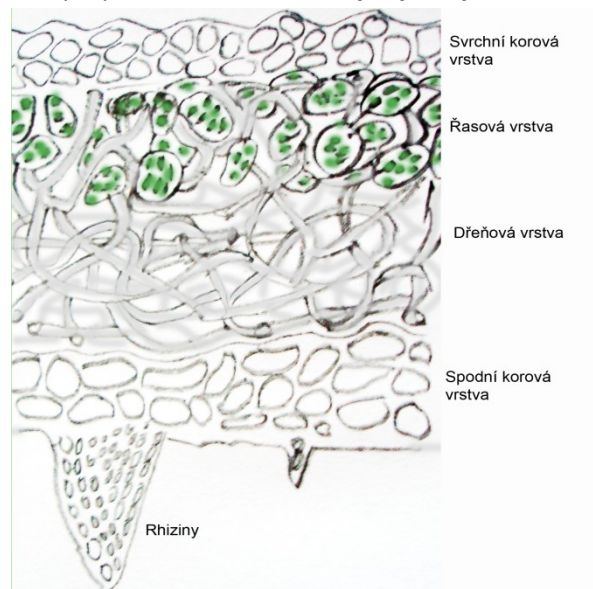
- o Heterobasidiomycetidae (basidie je **čtyřbuněčná**)
  - **netvoří plodnice**, jsou to **obligátní parazité**
  - Rzi (*Uredinales*)  
*Rez trávní (Puccinia graminis)* (střídá dva hostitele; jarní výtrusy se tvoří na listech dřšťálu, které potom infikují obiloviny)
  - Sněti (*Ustilaginales*)  
*Sněť kukuřičná (Ustilago maydis)* (Tvoří na kukuřici nádory velikosti dětské hlavy)
- o Homobasidiomycetidae (basidie je **jednobuněčná**)
  - Chorošotvaré (*Aphylophorales*)
    - Kloboukaté nebo rozlité plodnice  
*kuřátka* rodu *Ramaria*, chorošotvaré rodu *Ganoderma*, rod *Bridgeoporus*.
  - Bedlotvaré (*Agaricales*)
    - Plodnice má zpravidla **třeň** („nohu“) a **klobouk**. Rouško je na lupenech nebo uvnitř pórů, je zprvu zahaleno částečným obalem, z kterého zbude **závoj** nebo **prstenec**. U mnoha rodů jsou mladé plodnice zabaleny v celkovém obalu (**plachetce**), z něho zbývají **strupy** (bradavky) na klobouku a pochva na bázi dřene.  
*Hřib (Tylophilus felleus)*
  - Břichatky (*Geastrales*)
    - Hymneium je uzavřeno uvnitř plodnice  
*Pestřec (Scloderma aurantiacum)*

- **Využití v potravinářství:**

- Jedlé houby - ucho Jidášovo, kuřátka, hřib smrkový, hřib hnědý, pečárka ovčí = žampion, bedla vysoká, holubinky, hlíva ústříčná
- Jedovaté houby - hřib satan (jedovatý za syrova), muchomůrka zelená (smrteleň jedovatá)

## Lišejníky (Lichenes)

- Symbiotické (mutualistické?) spojení **houby** a **řasy** (nebo sinice)
- **Řasy a sinice** je možno najít běžně **volně**, **houba** volně **žít sama nemůže** buď vůbec, nebo jen obtížně
- Houba je skoro vždy ze skupiny **Ascomycota**, fotosyntetizující organismy jsou **zelené řasy** (*Trebouxia*, *Pseudotrebouxia*, *Trentepohlia*) nebo **sinice** *Nostoc*. Tyto čtyři rody tvoří asi 90% všech lišejníků. Proto se lišejníky klasifikují **podle houbové složky**
- Hlavní složkou stélky je houba (**mykobiont**), druhou složkou je sinice nebo řasa (**fykobiont**), žijící spolu v symbióze
- Vlákna houby oplétají buňky fykobionta
- **Pyonýrské organismy**
- Podle vzhledu se rozlišují **tři druhy stélky**:
  - **Korovitá** – spodní strana je těsně přirostlá k podkladu, lze těžko oddělit; *mapovník zeměpisný*
  - **Lupenitá** – rozprostřená do plochy, laločnaté okraje, nejčastěji; *terčovník zední*
  - **Keříčkovitá** – k podkladu upevněna v jednom místě, stélka má tvar malého keříčku
- Houbová vlákna získávají **vodu** a fykobiont vytváří z vody a oxidu uhličitého látky k **výživě**. K podkladu je lišejník **přichycen houbovými vlákny**
- Mnoho lišejníků se rozmnožuje především **nepohlavně**, např. pomocí **úloмку stélky**, **výtrusy**
- **Pohlavně** se rozmnožuje **pouze houba** – nejčastěji vřecovýtusá, dají se rozpoznat plodničky. Výtrusy jsou **vystřelovány** a v příznivých podmínkách **vyklíčí ve vlákno**, musí však najít vhodnou sinici nebo řasu, aby vznikla nová stélka.
- Mohou obývat i **extrémní stanoviště**, **dlouhověké**, podíl na **tvorbě půdy**, časté **bioindikátory**  
terčovka, pukléřka islandská, mapovník zeměpisný, provazovka, větvíčník, dutohlávka

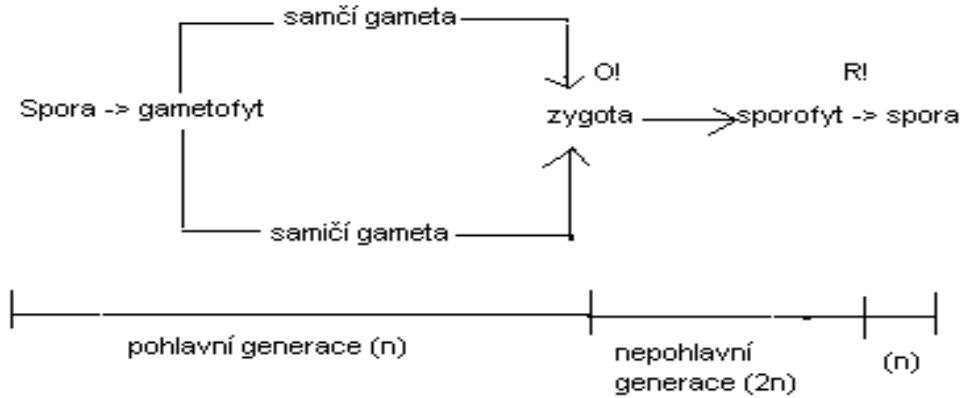


## MO č. 6 – Mechorosty, kaprad'orosty a nahosemenné rostliny

- **Charakteristika**
  - vždy mnohobuněčné
  - převážně autotrofní, eukaryotické organismy
  - vývoj ze starobylých zelených řas
  - vznik v období siluru → **rhyniophyta** (telomová teorie - původní rostliny měly koncové větvičky telomy – z nich vznik orgánů)
  
- **Přechod na souš**
  - proběhl nejspíše na pobřeží moří
  - životu na souši se rostliny přizpůsobovaly postupně
  - vznik kořenů (upevnění rostliny v půdě + čerpání vody a živin z půdy)
  - vytvoření pletiv v nadzemních částech rostliny (vodivá, zpevňovací, krycí)
  - mykorhiza (u 90 % vyšších rostlin; symbióza mezi kořeny vyšších rostlin a houbami)
  - vznik průduchů
  - kutikula
  - rodozměna- prosazování sporofytu (nepohlavní generace) a potlačování gametofytu (pohlavní generace)
  - u méně dokonalých vyšších výtrusných rostlin (mechorosty, kaprad'orosty) je oplození vázáno na přítomnost atmosférické vody (děšť, rosa) -> aktivní pohyb spermatozoidů
  - výše organizované (semenné) rostliny- oplození nezávislé na přítomnosti vody
  
- **Vývojové proudy**
  - Mechorosty (výtrusné)
  - Kaprad'orosty (výtrusné)
  - Semenné rostliny
  
- **Rozmnožování vyšších rostlin**
  - tři základní typy rozmnožování: pohlavní, nepohlavní, vegetativní
  - pohlavní rozmnožování – nový jedinec vzniká po splynutí dvou pohlavních buněk (gamet), pocházejících ze dvou rodičovských organismů. Je známo u všech vyšších i nižších rostlin, je důležité z hlediska dědičnosti a evoluce daného druhu
  - nepohlavní rozmnožování – u výtrusných organismů řasy, mechorosty, kaprad'orosty a houby. Nový jedinec se tvoří ze spor, které se vyvíjejí na sporofytu. Spora = jednobuněčný útvar, dávající vznik haploidnímu gametofytu
  - vegetativní rozmnožování – nový jedinec vzniká z vegetativní části mateřské rostliny (kořen, stonek, list). Vznikají klony (geneticky stejní jedinci). Umožněno vysokou regenerací rostlin. Rostliny často samy vytváří zvláštní morfologické útvary (cibulky, oddenky, šlahouny, kořenové hlízy aj.). Využívá se při šlechtění rostlin a zahrádkářství



- v životním cyklu rostlin se pohlavní rozmnožování střídá s nepohlavním -> **rodozměna**



O!- oplození

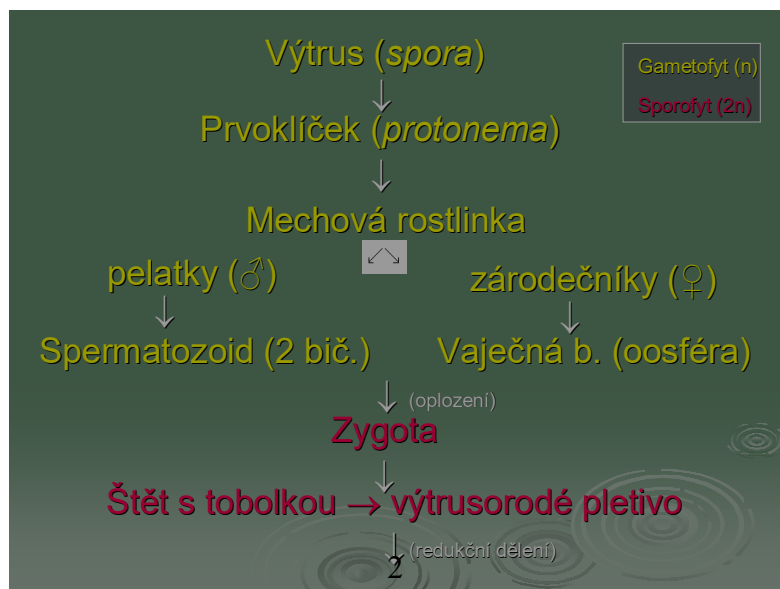
R! redukční dělení

n- poloviční (haploidní) počet chromozómů

2n- plný (diploidní) počet chromozómů

### Oddělení: MECHOROSTY (Bryophyta)

- v životním cyklu převažuje gametofyt nad sporofytem
- nejprimitivnější skupina vyšších rostlin, nemají pravé cévní svazky (jen ve sporofytu některých zástupců)
- převážně vlhkobytné rostliny, řídce se vyskytují druhy vodní a suchobytné
- rostou na nejrůznějších podkladech - holá zem, skály, borka stromů atd.
- důležitá složka vegetačního krytu zemského povrchu, rostou i na území s extrémními klimatickými a stanovištními podmínkami (severské oblasti, vysoká pohoří, rašeliniště)
- gametofyt je buď lupenitý (má povahu stélky), nebo rozlišený na lodyžku (kauloid), příchytná vlákénka (rhizoidy) a lístky (fyloidy)
- jsou poikilohydrické – mohou vyschnout, pak zas je dáme do vody a zase rostou
- **rodozměna mechorostů a rozmnožování:**



- z jednobuněčného haploidního výtrusu vyklíčí prvoklíček (protonem), z něho vyrůstá mechová rostlinka

- mechová rostlinka tvoří podstatnou část gametofytu a nese pohlavní orgány

(gametangia)- samčí pelatky a samičí zárodečníky

- pelatky produkují velký počet dvoubíčíkatých spermatozoidů

- zárodečníky uzavírají vaječnou buňku, oosféru

- k oplození dochází ve vodním prostředí (děšť, rosa...)

- z oplozené vaječné buňky, zygoty, vyrůstá diploidní sporofytní generace, tvořená nohou, štětem a výtrusnicí (tobolkou)

- ve výtrusnici (= sporangium) vznikají redukčním dělením spory, po jejich dozrání sporofyt odumírá

- sporofyt je zcela vázán na gametofyt a je na něm závislý

- **vegetativní rozmnožování mechorostů**

- z úlomků mechových rostlinek, rozpadem prvoklíčků atd.

- u některých druhů převažuje -> mechové koberce



**Třída: Játrovky (Marchantiopsida, Hepaticae)**

- nejnižší organizovaná třída mechorostů

- lístky nemají střední žebro

- zástupci: porostnice mnohotvárná

**Třída: Mechy (Bryopsida)**

- lístky většinou mají střední žebro

- u nejdokonalejších se středem lodyžky táhne pruh vodivého pletiva (např. ploník)

- tobolka se otvírá víčkem a je kryta čepičkou- v jejím ústí

je řada hygroskopických zubů, které reagují na změny vzdušné vlhkosti (uvolňování a rozšiřování výtrusných semen)

- chrání půdu před erozí, tvoří rašelinu

- zástupci:

- za vývojově nejpůvodnější považovány rašeliníky- nemají rhizoidy, mají lupenitý prvoklíček a lístky bez středního žebra; buňky lístků rozlišeny na hyalocysty (velké, bezbarvé, umožňují rašeliníkům poutat velké množství vody) a chlorocysty (menší, zelené, obsahují plastidy)

- meříky - typické pro lesní půdy, lupenité lístečky

- bělomech sivý - tvoří kompaktní bochníkovité útvary

- zkrutek vláhojevný - bohatě plodný, výtrusnice zkroucené, hruškovitého tvaru

- ploník ztenčený

- dvouhrotec chvostnatý - z jednoho gametofytu vyrůstají dva štěty

- pramenička obecná - vyskytuje se v čistých tekoucích i stojatých vodách

**Třída: Hlevíky**

- Stélka lupenitá, růžice

- Gametangia zanořená ve stélce

- Sporofyt je zelený

- Nevytváří štět

- V tobolce je sloupek, mrštníky

## Oddělení: Kaprad'orosty (Pteridophyta)

- výtrusné cévnaté rostliny
- sporofyt převládá nad gametofytem (redukovaný, má povahu stélky, výživou nezávislý na sporofytu)
- sporofyt členěn na stonek, listy a pravé kořeny (mimo psilofyty)
- na rozdíl od mechorostů mají pravé cévní svazky
- dřevní část obvykle tvoří pouze tracheidy (= cévice; slouží k transportu vody, vyztužují rostlinu), vzácně přítomny i tracheje (pokročilejší typ)
- listy jsou buď malé, celistvé, nečleněné, čárkovité (mikrofilní vývojová větev kaprad'orostů) nebo velké, členěné, bohatě zpeřené (megafylní vývojová větev)
- listy mají dvojí funkci- *asimilační*- trofofyly, *výtrusnicové* (nesou výtrusnice)- sporofyly
- výtrusy jsou buď stejného typu (stejně velké; stejnovýtrusné kaprad'orosty, nebo jsou velikostně i funkčně rozlišeny v menší (samčí) mikrospory a větší (samičí) megaspory (= různovýtrusné kaprad'orosty)
- nejvíce se vyskytovaly v prvohorách

### - životní cykly stejnovýtrusných kaprad'orostů



### - životní cykly různovýtrusných kaprad'orostů



### Třída: Psilofyty (Psilotopsida)

- nejstarší, nejprimitivnější, převážně vymřelé
- vývojový základ všech vyšších rostlin
- vymřelé typy označovány jako ryniofyty- v prvohorách, menší vzrůst (do 1 m), v bahnitých mělkých pobřežních vodách, vidličnatě větvené stonky, některé zakončeny velkými výtrusnicemi; u primitivních zástupců stonky bezlisté, u vývojově odvozenějších typů zastávaly funkci listů vychlípeniny pokožky
- i několik současně žijících, vývojově izolovaných druhů, rozšířených v oblasti tropů a subtropů

### Třída: Plavuně (Lycopodiopsida)

- stálezelené, stejno- i různovýtrusné
- stonk je plný, nečlánekovaný, hustě porostlý drobnými, čárkovitými listy mikrofylního typu (vznik vychlípením pokožky, a ne z telomu)
- listy sloužící k asimilaci = trofofyly
- listy často v klasech – rozmnožování = sporofyly
- výtrusnice umístěny na svrchní straně sporofytu, s těmi společně tvoří výtrusnicové klasy
- převažují dvoubičíkaté spermatozoidy
- ze spory se pomalu vyvíjí podzemní prokel, který se vyživuje saprofyticky; po několika letech se na něm vytvoří gametangia (samčí nebo samičí)
- z oplozené vaječné buňky vyrůstá mladý sporofyt a gametofyt odumírá
- naše plavuně jsou všechny zákonem chráněné
- pocházejí ze spodního devonu
- dvě skupiny: *stromové typy* (v karbonu vymřely) a *bylinné typy* (přežily do současnosti)

- zástupci:

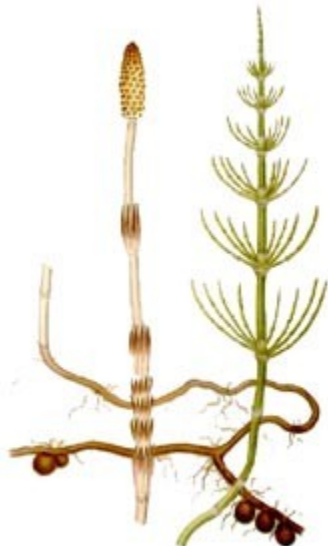
plavuň vidlačka

Vranečky

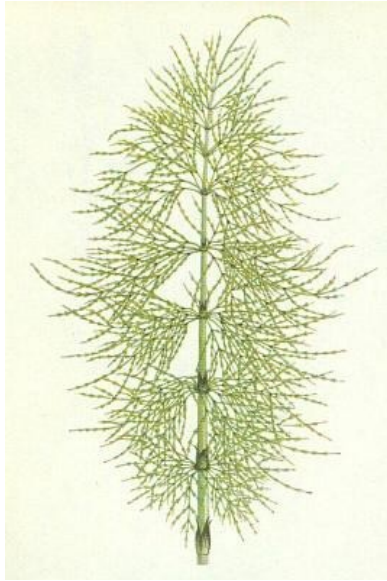


### Třída: Přesličky

- vymřelé stromové až 30 m, podílely se na vzniku kamenouhelných slojí, dnes bylinného typu, vzácně liány
- původ v prvohorách
- vytrvalé cévnaté rostliny s plazivými oddenky a dutými, přeslenitě větvenými stonky (výrazně podélně rýhované), pokožka je silně prostoupena oxidem křemičitým
- mají drobné šupinovitě listy (mikrofyly), které vyrůstají z lodyžních uzlin, na bázi jsou pochvovitě srostlé)
- některé přesličky (např. přeslička rolní) vytvářejí dva typy lodyh – jarní (nezelené, na vrcholu nesou výtrusnicový klas- strobilus) a letní (zelené, asimilující)
- na spodní straně listů jsou výtrusnice- výtrusnicový klas
- výtrusy jsou kulovité, vnější vrstva se dělí ve 4 dlouhé haptery - vlivem změn vlhkosti se pohybují a vzájemně splétají, to umožňuje rozšiřování výtrusů ve shlucích (nezbytné k oplození), spory jsou morfologicky stejné ale pohlavně rozlišené
- jednopohlavné prokly jsou lupenité, autotrofní a nesou pelatky nebo zárodečníky
- mnohobíčíkaté spermatozoidy se uvolňují ze zralých pelatek a pohybují se ve vodním prostředí k vaječné buňce zárodečníku
- zástupci: přeslička rolní – často roste i jako plevel vlhkých okrajů polí, má 2 typy lodyh



přeslička lesní- na jaře z oddenků vyrůstají nezelené a nevětvené lodyhy s výtrusnicovými klasy; po uvolnění zralých spor tyto klasy zaschnou a opadnou, lodyhy zezelenají a přeslenitě se rozvětví



- všechny jsou mírně jedovaté, odvary slouží jako postřiky proti houbovým chorobám a roztočů rostlin místo chemických přípravků

#### Třída: Kapradiny (Polypodiopsida)

- kosmopolitní, převážně bylinné
- v tropických oblastech rostou i stromové druhy, vzhledem podobné vymřelým stromovým kapradinám
- představují megafylní vývojovou větev kaprad'orostů, listy často 2 až 3 krát zpeřené, většinou funkčně nerozlišené, v mládí spirálně svinuté
- stonky jsou plné, nečlánkované, často vyvinuté jen ve formě oddenku
- na rubu či okraji listu se nachází výtrusnicové kupy (většinou kryté blanitou ostěrou-> chrání kupku před vyschnutím)
- po obvodu výtrusnice je prstenec – řada charakteristicky ztlustlých buněk; při vysychání v době zralosti praská-> výtrusnice se otevře-> rozptýlení výtrusů větrem
- ve vlhku většinou výtrusy klíčí v zelené, lupenité, oboupohlavné prokly, které mají srdčitý tvar
- spermatozoidy jsou mnohobičkaté
- zástupci:
- kaprad' samec- typicky ledvinité ostěry



- papradka samičí- měsíčkovité kupy s ostěrou





- osladič obecný- kulovité kupky bez ostěry



- Sleziníky- kupky roztroušené, bez ostěry; voskovité



- Hasivka orličí- největší; kupky po obvodu listů



- Žebrovice různolistá – na jedné rostlině dva typy listů (trofofyly a sporofyly)

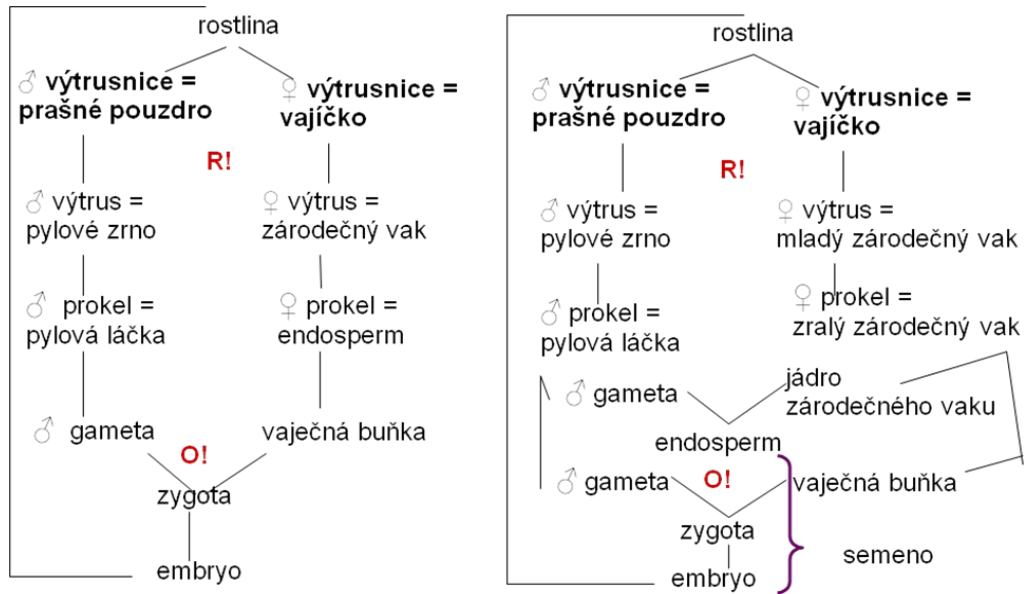


### Oddělení: Nahosemenné rostliny (Spermatophyta)

- sporofyt dominuje nad gametofytem (ten není schopen samostatné existence, je součástí sporofytu)
- oplození není závislé na vodním prostředí
- tvorba dokonalých (mnohobuněčných) rozmnožovacích částic- semen
- > mohly pronikat na ekologicky různorodá stanoviště a překonávat nepříznivé podmínky (např. období sucha)
- nedokonalá ochrana vajíček (vyrůstají volně na plodolistech, nejsou dokonale uzavřena v pestíku jako u krytosemenných); vajíčka dozrávají v semena, která u některých druhů napodobují peckovici, nažku, nebo bobuli krytosemenných rostlin (tzv. semenné plody)
- absence květních obalů i blizny, k opylení dochází přenosem pylu přímo na nahé vajíčko
- dřevní část cévních svazků tvoří většinou jen tracheidy - cévice
- samčí a samičí výtrusné listy (mikrospory a megaspory) tvoří oddělené samčí a samičí šišticovité soubory; k opylení dochází větrem

**nahosemenné rostliny**

**krytosemenné rostliny**

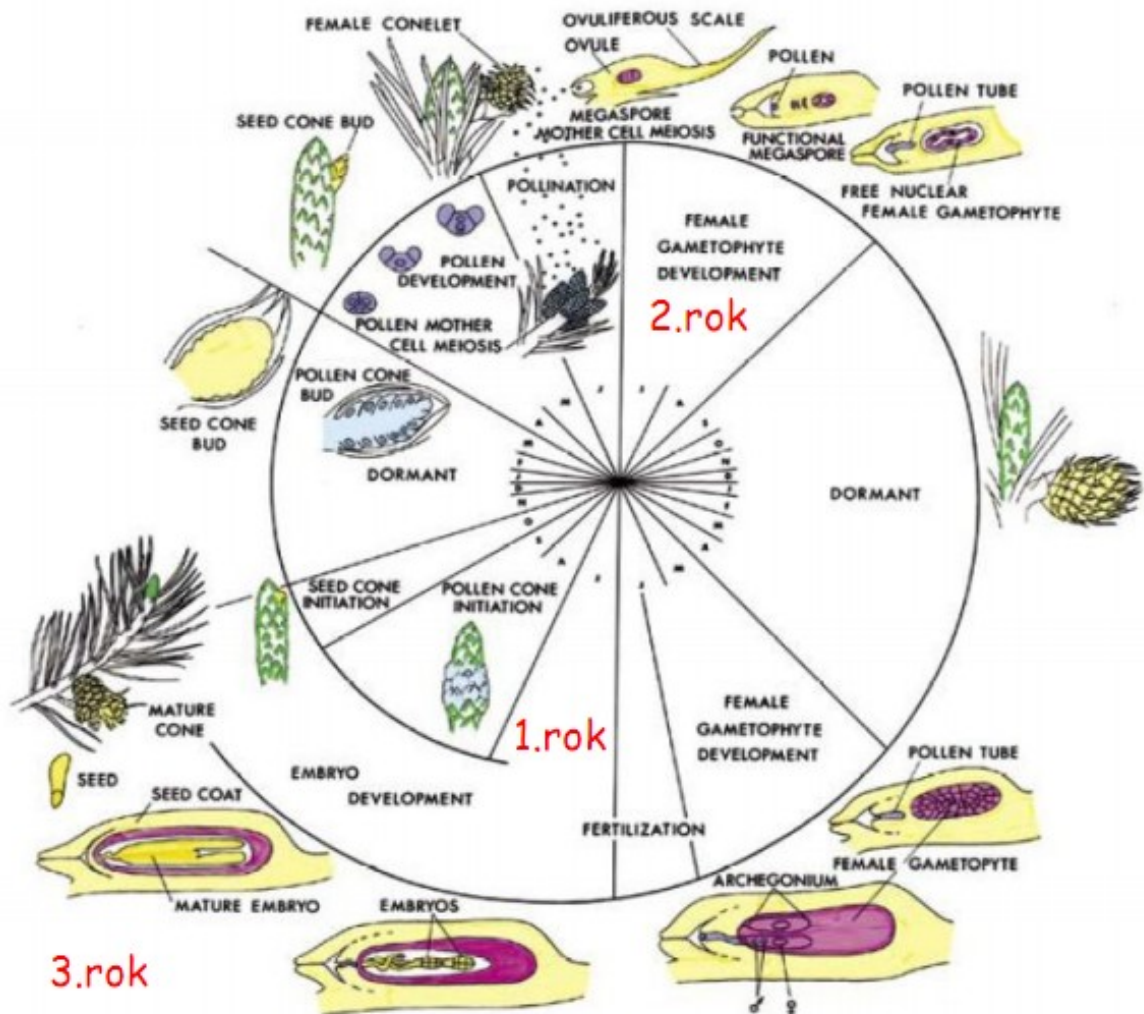


### Rodozměna

- Samičí šištice nese na plodní šupině vajíčko
- V samčí šištici se vytváří pylová zrna
- Dojde k opylení pomocí větru
- Pylová láčka proroste klovným otvorem až k vaječným buňkám



- Po oplodnění vaječné buňky buňkou spermatickou=zygota; vyvíjí se embryo –



semeno

- Ze semena vyklíčí nová rostlina

### Srovnání rodozměny a rozmnožování výtrusných a nahosemenných rostlin

| VÝTRUSNÉ ROSTLINY                        | SEMENNÉ ROSTLINY  |
|--|---|
| • spora                                  | • semeno  |
| • izosporie n. heterosporie              | • výhradně heterosporie                                   |
| • mikrosporangia                         | • tyčinky   |
| • mikrospory                             | • pylová pouzdra  |
| • samčí gametofyt                        | • pylová zrna   |
| • oplození prostřednictvím spermatozoidů | • vyklíčené pylové zrno                                   |
|  | • opylení – oplození – spermatozoidy n. spermatické buňky |
| • megasporofyl                           | • semenná šupina, plodolist                               |
| • megasporangium                         | • vajíčko (resp. jeho nucellus)                           |
| • megaspóra                              | • mateřská buňka zárodečného vaku                         |

### Kaprad'osemenné (Lyginodendropsia)

- vymřelé, žily v prvohorách
- vzhled stromovitých kapradin
- primitivní vajíčka dozrávající v semena
- zástupce: Lyginodendron

### Třída: Cykasy

- nízké dvoudomé stromy s nevětveným kmenem a zpeřenými listy nahlučenými u kmene
- oddělené jednopohlavní šištice (strobily)
- plodolisty (megasporofyly) a tyčinky (mikrosporofyly) – tvoří oddělené soubory
- obrvené spermatozoidy
- semenné peckovice
- dnes rozšířeny v tropech a subtropích
- největší rozvoj ve druhohorách
- zástupce: Cykas cireinalis



### Třída: Jinany (Ginkgoopsida)

- opadavý, dvoudomý strom, dvoulaločné vějířovité listy s vidličnatou žilnatinou
- opylení větrem, mnohobičíkaté spermatozoidy, semenná peckovice
- tyčinky (mikrosporofyly)- ze zkrácených větvíček (brachyblasty) jako jehnědovité soubory
- plodolisty (megasporofyly) – 2 vajíčka, jedno z nich po oplození-> kulaté semeno připomínající peckovici
- jediný zástupce: Jinan dvoulaločný



### Třída: Jehličnany (Pinopsida)

- úzké jehlicovité čepele, krátký řapík
- vždy dřeviny, hroznovité větvení
- většinou stálezelené (neopadávají)- jehlice na stromě vydrží až 10 let
- ve stonku jsou pryskyřičné kanálky- ochrana před dřevokazným hmyzem
- mikrosporofyly (nesou pyl) i megasporofyly (= semenné šupiny, nesou vajíčka) jsou uspořádány v jednopohlavních šišticích
- některé druhy dvoudomé
- na jaře se šištice otevírají a pyl vniká do ovzduší

- zralá vajíčka vylučují polinační kapku, na které se zachycují pylová zrna -> pyl je vtažen na povrch nucellu
- -> klový otvor se uzavře -> pyl klíčí v pylové láčky, které prorůstají k zárodečníkům -> v pylové láčce se generativní buňka rozdělí -> 2 nepohyblivé spermatické buňky -> menší zaniká, větší oplodňuje -> vznik zygoty -> zárodek (embryo) -> semeno (většinou křídlaté)
- samičí šištice (megastrobily) dozrávají v šišky, které dřevnatí, semenné šupiny vypadávají, nebo zdužnatí
- patří sem největší stromy světa (až 100m)
- průměrně 40m
- nejdéle žijící organismy světa (až 4000 let)
- původ v druhohorách
- zástupci:
  - smrk ztepilý
  - Smrk pichlavý
  - Borovice lesní
  - Borovice černá
  - Borovice vejmutovka
  - Jedle bělokorá
  - Modřín opadavý
  - Jalovec
  - Tis červený
  - Zerav opadavý (túje)
  - Cypřiš obecný

### Využití výtrsuných a nahosemenných rostlin

- **LES**

## Podotázky:

- 1) Charakteristika vyšších rostlin, adaptace na souš, evoluce
- 2) Charakteristika, zástupci a význam mechorostů
- 3) Rodozměna a rozmnožování mechorostů
- 4) Charakteristika, zástupci a význam kapradorostů
- 5) Rodozměna a rozmnožování kapradorostů
- 6) Charakteristika a společné znaky nahosemenných rostlin
- 7) Rodozměna a rozmnožování nahosemenných rostlin
- 8) Zástupci nahosemenných rostlin
- 9) Srovnání rodozměny a rozmnožování výtrusných a nahosemenných rostlin
- 10) Možnosti využití výtrusných a nahosemenných rostlin člověkem

## Odborné pojmy:

- **Sporofyt** = diploidní stadium u rostlin, které prochází rodozměnou
- **Hyalocysty** = prázdné, bezbarvé buňky vyplněné vzduchem nebo vodou v pletivu lístků u rašeliničů a některých mechů
- **Spory** = (především u hub též výtrus) je struktura sloužící k rozmnožování, adaptovaná k rozšiřování a přežití i v nepříznivých podmínkách i na dlouhou dobu
- **Rašelina** = nahromaděný, částečně rozložený rostlinný materiál. Obsahuje převážně organické látky (celulózu) a organické kyseliny, pH 2-6
- **Prvoklíček** = (protonema) je většinou vláknitý provazec buněk, které dohromady formují haploidní fázi (gametofyt) vývojového cyklu mechorostů
- **Prokel** = (prvostélka) je stélkatý haploidní útvar v životním cyklu rostlin ze skupiny Pteridophyta (kapradorostů)
- **Pelatky** = samčí jednobuněčný či mnohobuněčný pohlavní orgán (gametangium)
- **Strobilus** = výtrusnicový klas, klasovitě uspořádaný soubor sporofylů u některých výtrusných cévnatých rostlin, např. plavuní, přesliček
- **Haptery** = čtyři pentlicovité útvary na spoře přesliček
- **anemogamie** = způsob opylení semenných rostlin pomocí větru

# MO č. 7 – Krytosemenné rostliny a generativní orgány

- angeion = nádoba
- sperma = semeno
- pestík se přeměňuje v plod - unikátní rys angiosperm
- 

## 1. Generativní orgány – charakteristika a význam

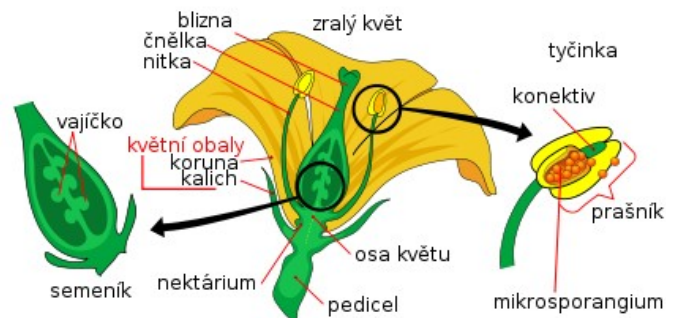
- generativní orgány vznikly hl. přeměnou listů (metamorfóza listu); listy a stonk (květní lůžko)
- umožňují pohlavní rozmnožování
- mezi generativní orgány řadíme: květ, plod a semeno

## 2. Základní stavba květu, květní obaly

- květ (atos, flos) je orgán přizpůsobený k rozmnožování
- rozlišujeme **květ pravý** (u krytosemenných rostlin) a **nepravý květ** (u nahosemenných rostlin)
- skládá se z **květních obalů** a vlastních **reprodukčních orgánů** -> vše vyrůstá z **květního lůžka** (na **květní stopce**)

### květní obaly

- **okvětí** (perigon – P) – nerozlišené květní obaly, vyrůstá z květního lůžka bez rozlišení kalichu a koruny => nerozlišené okvětí
- lístky rozlišujeme na kalich (zelené, CALYx – K) a korunu (COROLA – C) => rozlišené okvětí
- **kalich** má ochrannou funkci a je to vnější část obalu
- **koruna** – zbarvené, láká opylovače, vnitřní část obalu
- také máme květy bezobalné



## 3. Samčí a samičí část květu, význam

- hlavní orgány, které se podílejí na rozmnožování
- samičí je pestík a samčí jsou tyčinky

### tyčinky:

- o samčí výtrusné listy = mikrosporofyty
- o sloužící k produkci pylu, má dvě části: **nitku** a **prašník**
- o andreceum - A
- o **nitky** – jsou různě dlouhé
- o **prašník** – žluté útvary, skládá se ze dvou prašných váčků, každý 2 prašná pouzdra => prašník má 4 prašná pouzdra = mikrosporangia s pylotvorným pletivem – redukčním dělením vznikají výtrusy= mikrospory = **pylová zrna** -> obsahuje samčí pohlavní buňky (podle pylových zrn se dá určit druh rostliny)
- o pylové zrno nejdříve jednobuněčné, pak dělení na vegetativní a generativní buňky – ta se pak ještě dělí na 2 spermatické), zrno má 2 obaly – exina a intina
- o tyčinek může být více v rostlině (až 300)
- o **pylová láčka** - opylení -> pyl klíčí -> oplození

### pestík:

- o samičí pohlavní orgán, gyneceum – G
- o skládá se ze semeníku, který obsahuje semena, čnělky a blizny
- o **blizna** – vrcholová část pestíku, zachycující se zde pylová zrna a začínají klíčit (vyrůstá pylová láčka)
- o **čnělka** – střední část pestíku, obvykle má protáhlý tvar
- o **semeník** – nejširší část, jsou zde vajíčka, semeník chrání vajíčka a dochází zde k oplození
- o druhy semeníku:
  - semeník svrchní – leží na květním lůžku
  - semeník polospodní
  - semeník spodní – pod květním lůžkem

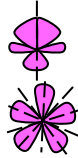
- semeník obsahuje nejdříve vajíčka (semeno až po oplození), gyneceum může být z 1 nebo více plodolistů – ty mohou být volné nebo srostlé (není pravidlo, že by musely být srostlé)
  - **cenokarpní** – srostlé plodolisty (pouze u krytosemenných)
  - **apokarpní** – více nesrostlých plodolistů (vznikne z něho souplodí)

- **dělení rostlin podle pohlavních orgánů:**

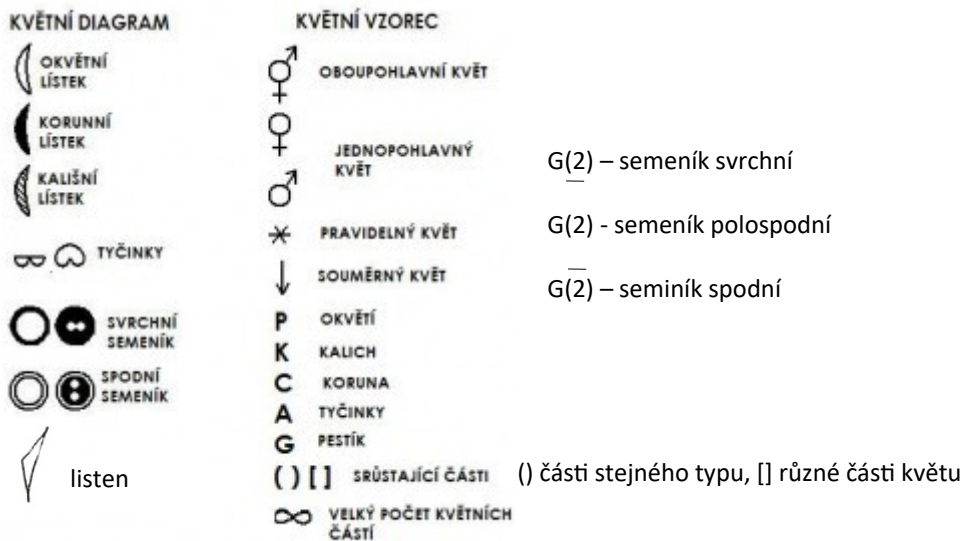
- jednopohlavní – buď tyčinky, nebo pestík, pouze jedno pohlaví, např: jáva, líska
- oboupohlavní – mají pestík i tyčinky v jednom květu, např. třešeň, tulipány
- jednodomé – na jedné rostlině jsou samčí i samičí květy, např. líska
- dvoudomé – rostlina má pouze samčí nebo samičí květy, např. kopřiva dvoudomá

- **souměrnost květu**

- květy souměrné = zygomorfní
- květy pravidelné = aktinomorfni
- asymetrický květ



- **Květní vzorec a diagram**



G(2) – semeník svrchní

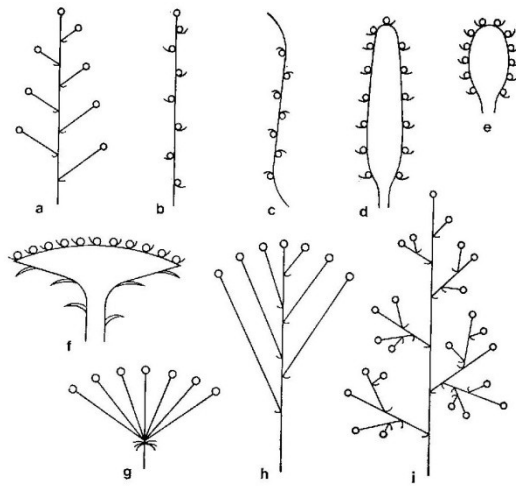
G(2) - semeník polospodní

G(2) – semeník spodní

**4. Květenství**

- květenství = soubor květů, uspořádaných na stejném stonku podle určitých pravidel, květenství převládá nad jedním květem
- květenství dělíme na:
  - jednoduchá
    - hroznovitá
    - vrcholičnatá
  - složená
- **hroznovitá květenství:**
  - postraní stonky nikdy nepřerůstají stonkem hlavní
  - rozkvétá od spodu nahoru, od obvodu dovnitř
  - typy: hrozen (hyacint), lata (šesřík), chocholík, okolík (prvosienka jarní), klas (pšenice), jehněda (obrácený klas, bříza), palice (kukuřice), strboul (jetel), šiška, úbor (kopretina)

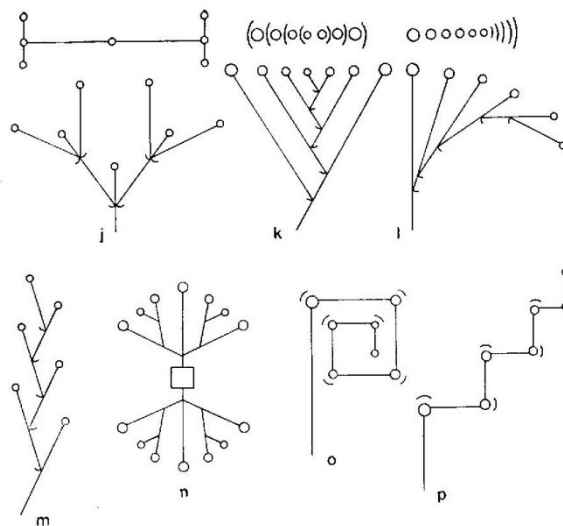




a – hrozen, b – klas, c – jehněda, d – palice, e – strboul, f – úbor,  
g – okolík, h – chocholík, i – lata (hrozen hroznů)

#### - vrcholená květenství:

- o postraní stonky přerůstají hlavní, rozkvétají sestupně, v rovině od středu ven
- o typy: vijan (pomněnka), vidlan (smolnička), vějířek (kosatec), srpek (gladioly), šroubek (třezalka), mnohoramenný vrcholík (bez)



j – vidlan – dvouramenný vrcholík (nárys a půdorys), k – vějířek, l – srpek,  
m – vějířek, n – lichopřeslen, o – šroubel, p – vijan

#### - složená:

- o vznikají kombinací stejných (homotaktické) nebo různých květenství (heterotaktické)
- o vijan z vijanu – Jírovec Maďar, klas z klásků – plevel „pýr“, často lipnicovité, okolík z okolíků – mrkev, kopr

### 5. Opylení a oplození

#### - opylení (přenesení pylu na bliznu)

- o samosprašnost = autogamie – opylují se vlastním pylem (některé rostliny se tomu brání)
- o cizosprašné = alogamie – pylem jiné rostliny stejného druhu
- o Zoogamie (živočichové) - i lidským faktorem
- o Entomogamie = hmyzosubné
- o Anemogamie = větrosobné – opylení pomocí přenosu větrem
- o Hydrogamie (voda)

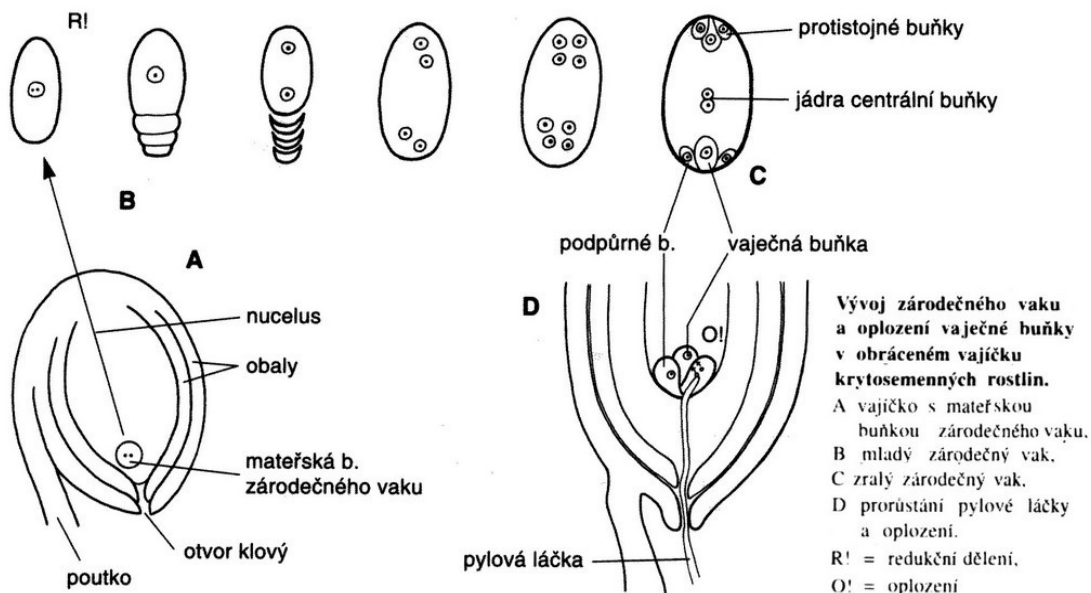
#### - vajíčko



- o mnohobuněčný útvar v semeníku, na povrchu jsou dva obaly (integumenty), jediné místo kde nesrůstají -> otvor klovy, zde proniká pylová láčka k vajíčku
- o není volně, je připevněno ke stěně poutkem, pod obaly je nucellus (jádro, zárodečný vak)
- o vaječná buňka – v zárodečném vaku, okolo jsou dvě pomocné buňky na ochranu a uprostřed nich středové jádro (diploidní)
- o u krytosemenných rostlin dvě opylení – jedno s vajíčkem a druhé s jádrem -> poté vzniká embryo

#### - oplození

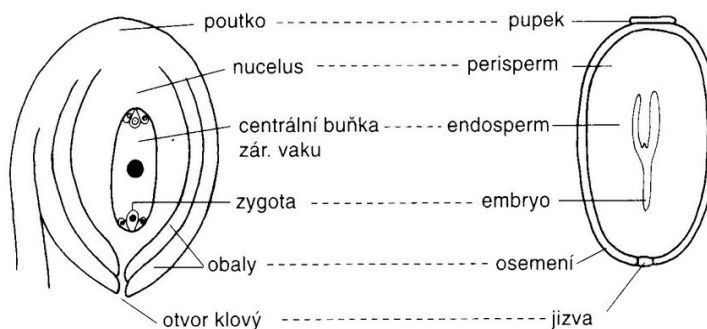
- o oplození je splynutí 2 pohlavních buněk (vajíčko (haploidní) a pylové zrno (haploidní))
- o u krytosemenných rostlin dvojí oplození
  - 1. samčí pohlavní buňka (n) + oosféra (samičí, n) -> 2n zygota -> embryo
  - 2. samčí pohlavní buňka + 2n středové jádro -> endosperm (3n)
- o oplozené vajíčko se mění v semeno (mnohobuněčný útvar)
- o liší se tvarem, množstvím a velikostí
- o semeno se skládá: embryo (zárodek), osemení (přeměna vaječných obalů – ochranná funkce), perisperm (zásobní pletivo v semenu rostlin vznikající po oplození oosféry z nucellu) a endosperm (živné pletivo, zásobní látky -> děložní lístky)



## 6. Semeno a plod – stavba a význam

### - semeno

- o = rozmnožovací orgán semenných rostlin, vzniklý z oplozeného vajíčka
- o je obalený osemením a obsahuje zárodek, obalen endospermem
- o slouží k rozmnožení rostliny, přečkání nepříznivého období



Přeměna vajíčka v semeno

### - plod

- = mnohobuněčný rozmnožovací orgán krytosemenných rostlin, vyživuje a chrání semena během zrání a často se podílí i na jejich rozšiřování
- vzniká ze semeníku krytosemenných rostlin po oplození vajíčka, čnělka a blizna zasychají
- složení: oplodí (perikarp) a semeno (pecka)

## 7. Druhy plodů, souplodí a plodenství

- pravé plody – vznikají přeměnou pestíku
- nepravé plody – vznikají přeměnou i jiných orgánů kromě pestíku
- **pravé plody**
  - **suché** – *pukavé* (uschne a semena vypadnou), *nepukavé* (šíří se v obalu) a *poltivé*
  - **dužnaté**
  - pukavé (plody pravé suché pukavé)
    - lusk hrachu, tobolka, šešule (řepka), šešulka (drobnější, dva plodolisty)
  - pravé suché nepukavé
    - oříšek (líška, lípa), nažka (pampeliška, žaludy), obilka (kukuřice, trávy, obilí)
  - pravé suché poltivé
    - rozpadavé plody
    - struk (ohnice), dvounažka (javor, kmín), tvrdky (šalvěj, hluchavka), diskový plod
  - pravé dužnaté plody
    - oplodí – pokožka (exokarp – vnější obal), střední dužnatá vrstvička (mezokarp), vnitřní vrstva (endokarp)
    - bobule – obsahuje více semen, vzniká ze dvou plodolistů, např. rajče, angrešt, rybíz, paprika, meloun, hysperidium – citrusy (flavedo, albedo)
    - peckovice – 1 semeno, vzniká z 1 nebo 2 plodolistů, např. švestka, třešeň, broskev, nektarinka
- **nepravé plody**
  - jsou více semenné, dělíme je na: malvice, češule, souplodí
  - **malvice**
    - např. hruška, jablko, jeřabina
    - vzniká srůstem stěn spodního semeníku se zdužnatělou češulí
  - **češule**
    - druh nepravého plodu, vzniká srůstem květního lůžka a spodní části květních obalů
    - šípková růže
  - **souplodí**
    - = soubor plodin z jednoho květu s apokarpem G (tj. nesrostlé plodolisty -> mnoho pestíků)
    - souplodí měchýřků, peckoviček
    - souplodí jahodníku (jahoda není plod – souplodí nažek, plod je to malé, co nám zůstává v zubech)
    - souplodí malin (peckoviček), souplodí měchýřků (blatouch)
- **plodenství**
  - = soubor plodů, které vzniká z květenství
  - rybíz, lopuch, fík, jedlý kaštan, slunečnice
- **Rozšiřování semen**
- Větrem (anemochorie) - semena jsou drobná a lehká (mák...), mají blanitá křídélka (javor...) nebo jemný chmýr (pampeliška...)
- Mrštivým pohybem – semena jsou z plodu vymrštována díky fyzikálním pohybům (netýkavka...)
- vodou (hydrochorie) – semena jsou lehká, mají voskový nepromokavý obal (olše, leknín...)
- na povrchu těl živočichů (exozoochorie) – semena mají háčky nebo ostny (např. lopuch, svízel...)
- trusem živočichů (endozoochorie) – semena v dužnatých plodech (jmelí, jeřáb, bez...)

## 8. Krytosemenné rostliny – srovnání jednoděložných a dvouděložných rostlin

| Jednoděložné rostliny  | Dvouděložné rostliny              |
|------------------------|-----------------------------------|
| v zárodku jedna děloha | v zárodku dvě dělohy              |
| adventivní kořeny      | kořenový systém s hlavním kořenem |

|   |  |
|---|--|
| roztroušené cévní svazky                    | cévní svazky uspořádané do kruhu       |
| absence sekundárního tloušťnutí             | sekundární tloušťnutí                  |
| listy – spíše souběžná žilnatina, nevětvená | listy – zpeřená nebo dlanitá žilnatina |
| Trojčetné květy                             | Čtyř až pětičetné květy                |

- Nově existují také tzv. bazální – magnolie

### 9. Klíčení krytosemenných rostlin

- proces, kdy semeno ukončuje fázi dormance (spánku) a vyrůstá z něj klíček
- Děložní lístky jsou vynášeny nad povrch jen u některých rostlin (epigeické klíčení), u ostatních zůstávají pod zemí (hypogeické klíčení)
- Nahosemenné rostliny mají zpravidla větší počet děloh (8-15), dvouděložné obvykle dvě, jednoděložné jednu (existují však i výjimky)

### 10. Možnosti využití krytosemenných rostlin člověkem

- Potravinářství, výživa
- Stavebnictví, papírnictví...
- Lékařství
- Kosmetika
- Zbraně
- Hygiena
- Pícniny
- „Biomasa“moty
- Pohonné hmoty.....

#### Hospodářsky významné čeledi dvouděložných rostlin

- čeleď: brukvovitá
  - o řepka olejka, brukev zelná – hlávkové zelí, kapusta kadeřavá, kedluben, květák, kapusta růžičková; ředkev – ředkvička; hořčice bílá, křen selský
- čeleď: růžovitá
  - o okrasné rostliny – růže
  - o užitkové rostliny – jablonoň, hrušeň, slivoň třešeň, slivoň švestka, slivoň meruňka, slivoň broskev
- čeleď: bobovitá
  - o pícniny – jetel luční, vojtěška
  - o luštěniny – čočka, hrách, fazol; olejniny – sója, podzemnice olejná
- čeleď. miříkovitá
  - o kmín luční, fenykl obecný
  - o kořenová nebo naťová zelenina – mrkev, petržel, celer, kopr
- čeleď: hvězdčovitá
  - o slunečnice rolní, jiřinka, kopretina
- vinná réva, chmel, lněný olej, mák setý, kakao, čaj, káva, bavlna

#### Hospodářsky významné čeledi jednoděložných rostlin

- čeleď: liliovitá
  - o česnek, cibule, pažitka, chřest
- čeleď: lipnicovitá
  - o obilniny: žito, ječmen, pšenice, oves, rýže, proso, kukuřice, cukrová třtina

#### Odborné pojmy:

**jednodomé a dvoudomé rostliny** - jednodomé (na jedné rostlině jsou samčí i samičí květy, např. líska), dvoudomé (rostlina má pouze samčí nebo samičí květy, např. kopřiva dvoudomá)

**samoopylení** – = samosprašnost, přenesení vlastního pylu z prašníku na bliznu

**pylová láčka** – buněčný útvar, který prorůstá na povrch pylového zrna poté, kdy zrna dopadne napovrch blizny

**dvój oplození** – 1. samčí pohlavní buňka (n) + oosféra (samičí, n) -> 2n zygota -> embryo; 2. samčí pohlavní buňka + 2n středové jádro -> endosperm (3n)

**klový otvor** – místo, kde nesrůstají ochranné obaly vajíčka

**endosperm** – živné pletivo chránící semeno

**embryo** – zárodek, jedna z prvních fází ontogenetického vývoje eukaryotického mnohobuněčného organismu

**hypokotyl** – článek podděložní

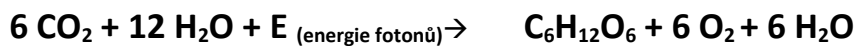
**zoochorie** – rozšiřování semen živočichy, přichycením k živočichovi (např. lopuch, svízel), nebo konzumací a přes trávící trakt trusem ven (jedlé plody, např. bobule)

**nepravý plod** - na jejich tvorbě se kromě gynecea podílí i jiné části květu.

# MO č. 8 – Fotosyntéza a dýchání organismů

## FOTOSYNTÉZA

- vzniká před 3,5 mld let (sinice)
- děj anabolický (vytvářejí se složitější látky)
- endotermní (spotřebovává se energie)
- probíhá v chloroplastech (semiautonómni organely – vlastní DNA podobná bakteriální, vlastní ribozómy)
- energie slunečního záření je uložena v podobě energie chemických vazeb (tvorba organických látek přeměnou – asimilace atmosférického CO<sub>2</sub> na sacharidy)



- Rozlišujeme 2 základní formy fotosyntézy:
  1. Bakteriální – neuvolňuje kyslík
  2. Rostlinná – uvolňuje kyslík

## chloroplasty

- bochníčkovitý až čočkovitý tvar (mladé chloroplasty plošší, starší „bachratější“) – průměr 5-10 μm
- ultrastruktura – vnější a vnitřní obalová membrána – oddělené periplastidovým (intermembránovým) prostorem, grana, tylakoidy granální a intergranální (thylakoidy – vchlípeniny vnitřní membrány), stroma
- účastníci fotosyntézy:
  - o fotosyntetická barviva
  - o přenašeče elektronů
  - o přenašeče vodíku
- **fotosyntetická barviva:**
  - o lokalizována na membránách tylakoidů a obalových membránách
  - o hlavní – chlorofyl *a* (bakteriochlorofyl *a*)
    - 2 typy chlorofylu *a* – podle optima vlnové délky
      - *a<sub>I</sub>* – optimum 680 nm
      - *a<sub>II</sub>* – optimum 700 nm
    - jedině chlorofyl *a* transformuje světelnou energii na chemickou; má schopnost přecházet do vzbuzeného stavu
  - o pomocná – pomocné pigmenty soustřeďují fotony k chlorofylu *a* (do tzv. reakčního centra) – zvyšují tak proud fotonů až 500x
    - **Chlorofyly** – zelená barviva
    - **Karotenoidy** – žlutooranžové (karoteny a xantofyly)
    - **Fykobiliny** – **fykoerytrin** (červenofialový), **fykocyanin** (modrozelený)
  - o komplex pomocných fotosyntetických barviv se souhrnně označuje jako světlosběrný komplex (Light Harvesting Complex, LHC)

- reakční centrum spolu se světlosběrným komplexem vytváří fotosystém (Photosystem, PS)
  - fotosystém I – chlorofyl  $a_1$ , optimum vlnové délky – 700 nm (P700)
  - fotosystém II – chlorofyl  $a_{II}$ , optimum vlnové délky – 680 nm (P680)
- **přenašeče elektronů a vodíků**
  - **přenašeče elektronů**
  - schopnost navzájem si předávat elektrony (donor, akceptor)
  - při každém předání klesá hodnota energie elektronu – takto uvolněná energie je využita na syntézu ATP
  - feofytin, plastochinon, cytochrom, plastocyanin, ferredoxin, flavoprotein
  - **přenašeče vodíku ( $H^+$  - protonů)**
  - $H^+$  sám o sobě nebezpečný
  - navázán na NADP+ (nikotinamidadenindinukleotidfosfát)

### Světlo jako zdroj energie:

- elektromagnetické vlnění (proud elektronů) o různých vlnových délkách
- energie fotonu ( $U = h \cdot c / \lambda$ ) nepřímo úměrná vlnové délce světla
  - $h$  – Planckova konstanta ( $6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s)
  - $c$  – rychlost elmag. záření ve vakuu ( $299\,792$  km.s $^{-1}$ )
- fotosynteticky aktivní světlo 400-700 nm
  - červené 620-680 nm
  - modré 420-490 nm
  - zelené a žluté světlo je odráženo zpět

### souhrnná rovnice fotosyntézy:

- $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2$
- probíhá ve 2 fázích – primární fáze (světelná) a sekundární fáze (temnotní)

### primární fáze fotosyntézy (světelná, fotochemická)

- na membránách tylakoidů
- vede k vytvoření protonového gradientu na membránách
- zahrnuje:
  - pohlcení fotonu  $\rightarrow$  „vyražení“ elektronu z RC (PSI nebo PSII)
  - tvorbu ATP
  - fotolýzu vody – vznik kyslíku
  - redukci NADP na  $\text{NADPH} + \text{H}^+$

### sekundární fáze fotosyntézy (temnotní, syntetická)

- ve stromatu chloroplastů
- zahrnuje tvorbu glukózy (asimilaci  $\text{CO}_2$ ) v tzv. Calvinově cyklu

### Cyklická fosforylace

- pouze na PSI (chlorofyl  $a_1$ )
- může probíhat opakovaně, nezávisle na ostatních dějích
- elektron se přes systém přenašečů vrací zpět na PSI
- energie fotonu je využita na energii chemických vazeb
- dopadne kvantum světla – excituje elektron

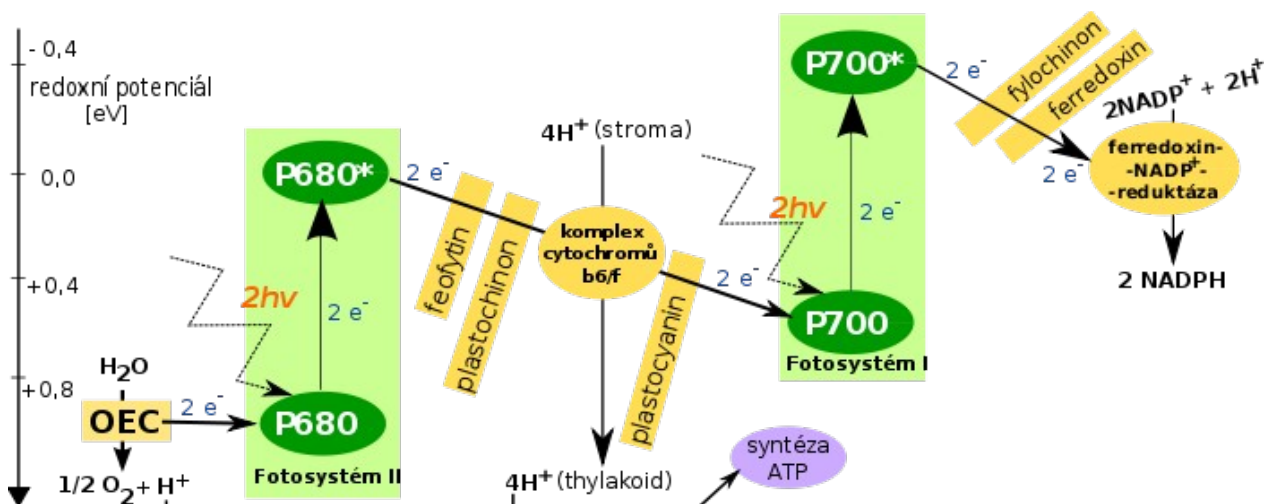
- excitovaný elektron je přenesen na ferredoxin → redukce ferredoxinu → přenos na plastochinon (spojeno s fosforylací ADP na ATP) → redukce plastochinonu
- plastochinon A přijímá pouze jeden elektron → předá ho na plastochinon B – předá 2x za sebou ⇒ dvouelektronový
- na plastochinonu B jsou k 2 elektronům připojeny 2 H<sup>+</sup> (ze stromatu) → vzniká plastohydrochinon (PQH<sub>2</sub>)
- z PQH<sub>2</sub> jsou elektrony předány na cytochrom b<sub>6</sub>/f, protony jsou uvolněny do lumen tylakoidů → vzniká tak gradient
- z cytochromu se elektrony dostávají zpět do RC PSI (reakční centrum fotosystému I)

### Necyklická fosforylace

- na PSI a PSII (číslo podle doby objevu)
- světlo dopadne na PSII - vyrazení elektronu z PSII → přenos na feofytin
- takto oxidovaný PSII je zpětně redukován elektronem uvolněným fotolýzou vody
- redukován feofytin → přenos na chinon (plastochinon A a B, vznik PQH<sub>2</sub>, cytochrom – do lumen H<sup>+</sup> - vznik gradientu H<sup>+</sup> na membránách tylakoidů, elektrony jdou na PSI)
- z PSI je elektron předán na ferredoxin → redukce ferredoxinu
- redukován ferredoxin → přenos na flavoprotein (NADP<sup>+</sup> reduktáza) → redukce flavoproteinu
- elektrony z flavoproteinu spolu s H<sup>+</sup> ze stromatu redukují NADP<sup>+</sup> na NADPH+H<sup>+</sup>
- fotolýza vody (Hillova reakce) – probíhá v lumen tylakoidů; ke štěpení dochází v přítomnosti Mn<sup>2+</sup>
- ke štěpení je nutno nechat 4x proběhnout excitaci → dojde k „aktivaci“ Mn-iontů → štěpí se 2 mlk vody → uvolnění 4 H<sup>+</sup>, 4 elektrony a O<sub>2</sub>, kyslík vyvíjející komplex (OEC - oxygen-evolving complex)
- rozhodující je „chování“ ferredoxinu – elektrony redukují buďto plastochinon (cyklická fosforylace) nebo flavoprotein (necyklická fosforylace); při nedostatku NADP<sup>+</sup> může reagovat s kyslíkem → vzniká superoxid O<sup>2-</sup> a peroxid vodíku (tzv. Mehlerova reakce)
- využití gradientu H<sup>+</sup> k tvorbě ATP
  - o během primární fáze se v lumen tylakoidů hromadí vodíkové protony → uvnitř kladný náboj, klesá pH, na stromatálním povrchu záporný náboj
  - o v tylakoidní membráně ATP-syntáza (ATPázu) – přenosem H<sup>+</sup> vzniká energie na fosforylací ADP (na stromatálním povrchu)

### Výsledek primární fáze:

- vytvoření protonového gradientu → tvorba ATP
- vytvoření NADPH+H<sup>+</sup>
- uvolnění O<sub>2</sub> jakožto odpadu





## Sekundární fáze fotosyntézy

- Melvin Calvin, 1961 NC
- Calvinův cyklus + doprovodné jevy
- není potřeba světlo, ale tma není podmínkou – proto probíhají syntetické děje souběžně s primárními procesy
- je zapotřebí produktů primárních procesů: NADPH + H<sup>+</sup> a ATP
- 3 typy sekundární fáze (podle C3-, C4, a CAM- rostlin)
- **Calvinův cyklus**
  - má 3 fáze:**
    - fixace CO<sub>2</sub> akceptorem (ribulóza – 1, 5 – bisfosfát)
    - redukce navázaného CO<sub>2</sub> za vzniku hexózy (glukózy)
    - regenerace akceptoru (ribulóza – 1,5 – bisfosfát se vrací na začátek cyklu)
- na RuBP (ribulóza-1,5-bisfosfát, RuBP) navázáno CO<sub>2</sub> (katalyzuje RuBisCO)
- vzniká nestabilní 6C meziprodukt – je hydratován a rozpadá se na 3-fosfoglycerát (3PG) a karbanion
- karbanion je redukován na 3PG
- v tuto chvíli máme na 1 CO<sub>2</sub> 2mlk 3PG
- 3PG fosforylován, vzniká 1,3-bisfosfoglycerát (1,3-BPG) – máme 2mlk 1,3-BPG
- 1,3-BPG redukován za účasti NADPH+H<sup>+</sup> → glycerinaldehyd-3-fosfát (GAP)
- GAP → DHAP ...
- 6 průběhů + řada enzymů – vznikne glukóza a 6x se regeneruje RuBP
- navázání 6 molekul CO<sub>2</sub> je potřeba 12 molekul ATP a 12 molekul NADPH + H<sup>+</sup>

## **Rostliny C3, C4 a CAM**

- C3 rostliny – prvním stabilní sloučeninou Calvinova cyklu je 3PG
  - C4 rostliny – prostorové oddělení primární a sekundární fáze fotosyntézy (objasněno 1966 M.D. Hatchem a C.R. Slackem - proto Hatchův-Slackův cyklus; C4 – oxalacetát má 4 C)
  - CAM rostliny (crassulacean acid metabolism) – časové oddělení primární a sekundární fáze fotosyntézy
  - **C3 rostliny**
    - o rostliny mírného pásma (řepa, slunečnice ... )
    - o - menší přírůstek biomasy – téměř polovinu produktů fotosyntézy prodýchají
- RubisCO je workoholik
- o u většiny rostlin fixaci CO<sub>2</sub> provádí enzym RubisCO (zřejmě nejběžnější enzym na planetě), výsledkem je tříuhlíkatý látka, 3fosfoglycerát. Proto se těmto rostlinám říká C3
  - o za horkých dní se uzavřou průduchy, v listu klesne koncentrace CO<sub>2</sub> a stoupne koncentrace O<sub>2</sub>
  - o RubisCO pak začleňuje do Calvinova cyklu O<sub>2</sub> namísto CO<sub>2</sub>. Produkt se rozdělí jako obvykle na dvě složky, z nichž jedna je pouze dvouuhlíkatá. Ta vychází z chloroplastu a je rozštěpena na 2 molekuly CO<sub>2</sub>. Tento jev = **fotospirace**
  - o při fotospiraci se netvoří žádné ATP, naopak se výtěžek fotosyntézy snižuje někdy až o 50%

#### - C4 rostliny

- Většinou subtropické
- větší přírůstek biomasy, nižší fotorespirace
- Zavřené průduchy – CO<sub>2</sub> skladují v parenchymatických pochvách cévních svazků
- rostliny s typickou stavbou listového mezofylu
- Během temnotní fáze primární fixace CO<sub>2</sub> do mlk fosfoenolpyruvátu (PEP) za vzniku oxalacetátu (OAA, 4uhlíkatá sloučenina) probíhá v buňkách listového mezofylu
- OAA se mění na malát nebo aspartát (podle podtypu C4 fotosyntézy), který je transportován do buněk parenchymatických pochev cévních svazků → CO<sub>2</sub> je tu vyvázan a zapojuje se do „normálního“ Calvinova cyklu
- rostliny subtropického pásma – sucho, vysoká intenzita slunečního záření, nízká vzdušná vlhkost; přes den uzavřené průduchy, v noci fixace CO<sub>2</sub> „do zásoby“
- kukuřice, čirok, rýže, proso, cukrová třtina, šrucha

#### - CAM rostliny

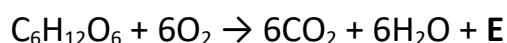
- oxid uhlíčitý fixován na PEP za vzniku OAA → malát → transport malátu do vakuol (v noci uvolněn)
- CO<sub>2</sub> je fixován v noci, Calvinův cyklus probíhá stále
- pouštní rostliny – vysoké denní a nízké noční teploty; ve dne uzavřené průduchy, v noci otevřené
- agáve, kalanchoe, pryšec, kakost, ananas

#### Faktory ovlivňující fotosyntézu

- kvalita a množství světla
- koncentrace CO<sub>2</sub>
- dostupnost vody
- minerální výživa (kvůli fotosyntetickým barvivům a enzymům)
- množství chlorofylu – souvisí s výživou a stářím listů

## DÝCHÁNÍ

- Katabolický děj
- probíhá v mitochondriích – všechny buňky (rostlinná, živočišná i houbová)
- Umožňuje využívat organické látky v těle
- Většina heterotrofních organismů získává hlavní podíl energie (90%) procesem dýchání (respirace)
- Exergonická reakce: elektrony „padají“ z organických molekul na kyslík během buněčné respirace



#### Mitochondrie

- Vznikají dělením již existujících mitochondrií, životnost je kolem 7 dní

- Člověk dědí mitochondrie maternálně – mitochondrie ve spermiích jsou značeny ubiquitinem, a tím předurčeny ke zničení
- Válcovitý tvar – tloušťka 0,1 – 1 μm, délka až 7 μm
- V buňce stovky mitochondrií (až dva tisíce) – v závislosti na metabolické aktivitě
- Vlastní DNA (=mtDNA) i proteosyntetický aparát (70S ribozomy)
- 2 obalené membrány
- Vnější membrána – 40% lipidů, velká propustnost, původem od hostitelské buňky
- Vnější intermembránový prostor – vyplněn tekutinou se stejným složením jako cytoplazma
- Vnitřní obalová membrána – od vnější se liší zastoupením lipidů, a tím i vlastnostmi, např. propustností či nábojem
  - o Téměř nepropustná pro ionty
  - o Vchlipuje se do tvaru krist (zvětšení povrchu až na 5 násobek)
  - o Enzymy dýchacího řetězce, ATPsyntetázy
  - o Přenašeče pro pyruvát a MK
- Vnitřní prostředí mitochondrií - MATRIX – enzymy potřebné pro oxidaci pyruvátu, oxidaci MK, Krebsův cyklus

### Dýchání probíhá:

- Bez přítomnosti vzdušného kyslíku – anaerobní dýchání (některé eukaryotní buňky – střevní paraziti; svalové buňky, když nejsou dostatečně prokrvené)
- Za přístupu kyslíku – aerobní dýchání
- Výchozím substrátem glukóza
- Do citrátového cyklu vstupuje také acetyl-CoA vzniklý při štěpení lipidů a bílkovin
- Sacharidy – štěpení na hexózy
- Lipidy – štěpení lipázou na glycerol a MK
  - o MK podléhají β-oxidaci (za přítomnosti CoA) → acetyl-CoA (acetylkoenzym A)
  - o Glycerol oxidován na glyceraldehyd-3-fosfát → vstupuje do glykolýzy → pyruvát
- Bílkoviny – hydrolyzace na AMK → deaminace na acetyl-CoA

### FÁZE

- **Anaerobní fáze** – probíhá v cytoplazmě, zahrnuje glykolýzu
- **Aerobní fáze** – v mitochondriích, oxidativní dekarboxylace pyruvátu (vznik acetyl-CoA), Krebsův cyklus, dýchací řetězec, oxidativní fosforylace
- Souhrnná rovnice aerobního buněčného dýchání:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + H_2O + ENERGIE$
- Univerzálním nositelem energie je ATP
- **Glykolýza**
  - o V cytoplazmě
  - o Není potřeba přístup kyslíku
  - o glukóza (hexóza) se štěpí na dvě triózy, které se dále přeměňují, konečným produktem jsou dvě molekuly pyruvátu (sůl kyseliny pyrohroznové); výtěžek 4 molekul ATP, ale dvě se spotřebují, takže výtěžek je: 2 molekuly ATP
- Průběh dalších reakcí už je závislý na přítomnosti kyslíku
  - o **Kvašení**
    - Bez kyslíku – anaerobní část

- alkoholové (kvasinky), mléčné (mléčné bakterie), máselné (využívá se např. při zpracování lnu)
  - Alkoholové kvašení
    - Pyruvát  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub> + acetaldehyd
    - Acetaldehyd + NADH+H<sup>+</sup>  $\rightarrow$  NAD<sup>+</sup> + etanol
  - Mléčné kvašení
    - Pyruvát + NADH+H<sup>+</sup>  $\rightarrow$  NAD<sup>+</sup> + laktát
  - Máselné kvašení
- 
- Octové kvašení - aerobní kvašení alkoholu za vzniku kyseliny octové
- 
- **Oxidativní dekarboxylace pyruvátu**
    - Pouze v případě aerobního dýchání (jinak kvašení)
    - Pyruvát transportován do matrixu mitochondrií
    - Pyruvát + NAD<sup>+</sup> + HS-CoA  $\rightarrow$  NADH+H<sup>+</sup> + CO<sub>2</sub> + acetyl-CoA
    - Acetyl-CoA pochází jednak z glykolýzy, jednak z  $\beta$ -oxidace mastných kyselin a není schopen procházet membránou mitochondrií
- 
- **Citrátový (Krebsův cyklus) cyklus**
    - za objev Nobelova cena – 1953 Hans Adolf KREBS (1900-1981) – v roce 1937 první publikace, v dalších letech dokazováno, v padesátých letech doplněno o acetyl-CoA
    - probíhá v matrixu mitochondrií
    - substrátem acetyl-CoA
    - v průběhu cyklu se vytváří 2 molekuly CO<sub>2</sub>, 1 mlk GTP (guanosintrifosfát), 3 mlk NADH+H<sup>+</sup> a 1 FADH<sub>2</sub> (flaminadenindinukletid)
    - ***acetyl-CoA + 3NAD<sup>+</sup> + FAD + GDP + Pi + 2H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  CoA + 2CO<sub>2</sub> + 3NADH + 3H<sup>+</sup> + FADH<sub>2</sub> + GTP***
    - sled osmi reakcí
    - acetyl-CoA se váže na oxalacetát za vzniku citrátu (proto citrátový cyklus), uvolněný CoA je dál užíván
    - v průběhu Krebsova cyklu dochází opakovaně k dehydrogenaci (za současné redukce NAD<sup>+</sup> na NADH a FAD na FADH<sub>2</sub>), dále k dekarboxylaci (vznikají 2 mlk CO<sub>2</sub>) a fosforylaci GDP na GTP
    - redukované NADH a FADH<sub>2</sub> se regenerují v následném dýchacím řetězci
    - z jedné mlk glukóza je zatím výtěžek:
      - 6 mlk NADH
      - 2 mlk FADH<sub>2</sub>
      - 2 mlk GTP (analogické 2 mlk ATP, proto se někdy GTP neuvádí)
- 
- **Dýchací řetězec (elektron-transportní řetězec)**
    - V mitochondriích, enzymy dýchacího řetězce jsou lokalizovány na vnitřní membráně (prokaryota na PM)
    - Je tvořen systémem oxidoreduktáz a mobilních přenašečů elektronů nebo atomů vodíku
    - reoxidace NADH+H<sup>+</sup> a FADH<sub>2</sub> - energii na tvorbu tzv. proton-motivní síly - vzniká protonový gradient napříč membránou

- Elektrony vodíkových atomů se pomocí redoxních přenašečů předávají na konečné receptory – nejčastěji kyslík
- **Oxidativní fosforylace**
  - Využití nahromaděných H<sup>+</sup> v intermembránovém prostoru pro syntézu ATP
  - ATPázový komplex přenáší H<sup>+</sup> směrem do matrix, v matrix odchází k fosforylaci ADP na ATP (2 H<sup>+</sup> → ATP)

### **Porovnání anaerobního a aerobního metabolismu**

- Anaerobní metabolismus je mnohem méně účinný, protože ve vznikajících produktech (pyruvát, laktát, ethanol) je ještě ukryto velké množství energie, kterou lze využít

### **celkový výtěžek buněčné respirace:**

- Z každé molekuly NADH mohou vzniknout až 3 molekuly ATP
- z každé molekuly FADH<sub>2</sub> mohou vzniknout až dvě molekuly ATP
- z jedné molekuly glukózy vznikne 10 molekul NADH a 2 molekuly FADH<sub>2</sub>
- 10x3 = 30 a 2x2 = 4
- oxidativní fosforylací se tedy získá až 34 molekul ATP
- dále se získají substrátovou fosforylací v glykolýze 2 ATP a 2 ATP v Krebsově cyklu

### Porovnání fotosyntézy a dýchání

| <b>fotosyntéza</b>  | <b>dýchání</b>  |
|---|---|
| jen v buňkách s fotosyntetickými barvivy                          | ve všech buňkách  |
| jen na světle   | na světle i ve tmě  |
| CO <sub>2</sub> a H <sub>2</sub> O vstupují do reakcí             | CO <sub>2</sub> a H <sub>2</sub> O se uvolňují                |
| O <sub>2</sub> se uvolňuje  | O <sub>2</sub> se spotřebovává                                |
| hromadí se energeticky bohaté látky, hmotnost rostliny se zvyšuje | zásobní látky se spotřebovávají, hmotnost rostliny se snižuje |

### **Autotrofie – tvorba organických látek**

- **Fotoautotrofie** – rostliny, sinice, fotosyntetizující bakterie
- Energie ze světla (fotony)
- C anorganický
- využívání světelné energie k fotosyntetické asimilaci CO<sub>2</sub>
- **Chemoautotrofie** – některé bakterie
- Energie z chemických reakcí (oxidace anorganických látek)
- C anorganický
- známa jen u bakterií ( *prototrofní bakterie*), využití energie z redoxních reakcí ( *např. energie uvolňované při oxidaci železa – železité bakterie, síry – sírné b., amoniaku – nitrifikační bakterie apod.* )

### **Heterotrofní - Získávají C z organických látek**

- **Fotoheterotrofní**
- Zdroj energie sluneční záření
- Zdroj C organická látka
- **Chemoheterotrofní**

- Energie oxidací organických látek
- Nezelené rostliny – nemohou fotosyntetizovat
- **Saprofyté** – mezi rostlinami se nevytvářejí
- tvorba humusu, mineralizace
- **Parazité** – holoparazité (zářaza, podbílek, kokotice)
- haustoria - kořeny, kterými se parazit napojuje na cévní systém hostitelské rostliny
- poloparazité – např. jmelí berou si
- **mixotrofié** - Nedostupné prvky doplněny heterotrofním způsobem výživy
- Např. masožravé rostliny (doplňují N)
- **Hemiparazité** - Poloparazité (jmelí x světlík), Haustoria
- Jsou schopni fotosyntézy – získávají vodu a minerální látky od hostitele (ale mohou krást i cukry z xylemu)
- **Symbióza** - Vzájemně výhodné způsoby výživy
- Lišejníky (houba + řasa/sinice)
- Řasa + nezmar, měkkýš...
- Houby+rostlina (např. křemenáč osikový + osika)
- hlízkové bakterie + kořeny bobovitých rostlin
- Mykorhiza
  - o Endomykorhiza = hyfy pronikají do buněk rostliny. Známa u 80% cévnatých rostlin; především Zygomycota
  - o Ektomykorhiza = hyfy pouze obalují kořínky, ale nepronikají dovnitř buněk. Především Basidiomycota, někdy i Ascomycota (lanýž)

### Podotázky:

- 1) Význam fotosyntézy, základní charakteristika, rovnice
- 2) Faktory ovlivňující fotosyntézu
- 3) Fáze fotosyntézy, cyklická a necyklická fotofosforylace
- 4) C<sub>3</sub> a C<sub>4</sub> rostliny, Calvinův a Hatch-Slackův cyklus
- 5) Význam dýchání, základní charakteristika, rovnice
- 6) Orgány důležité pro dýchání, ATP, NADP, FAD
- 7) Kvašení a jeho význam
- 8) Fáze dýchání, anaerobní glykolýza a oxidativní fosforylace
- 9) Srovnání fotosyntézy a dýchání
- 10) Způsoby výživy rostlin

### Odborné pojmy:

- fotofosforylace
- fotolýza vody
- CAM rostliny
- fotorespirace
- anabolismus
- fermentace
- hemiparazit
- mixotrofie
- asimilace
- protonová pumpa



# MO č. 9 – Fyziologické procesy v rostlinném organismu – vodní režim, ontogeneze, růst a vývoj

## Vodní režim rostlin

### Význam vody pro rostliny

- obsah vody v pletivech se pohybuje mezi 70-80%, u vodních rostlin a šťavnatých plodů až 95% → voda pro rostlinu klíčovým faktorem
- množství vody v pletivech dáno vnějším prostředím, mění se během života (ke stáří rostlina „sesychá“) i během roku (nejvíce ve vegetačním období)
- rostliny udržují vysoké množství vody v pletivech kvůli možným, náhlým ztrátám
- poikilohydrické x homoiohydrické

### Funkce vody v rostlinném těle

- Prostředí pro průběh životních procesů, rozpouštědlo, transport látek
- Účast na metabolických dějích (fotosyntéza, dýchání), nezbytná pro činnost sloučenin (např. u bílkovin podmiňuje prostorové uspořádání → biologickou aktivitu)
- Termoregulace (výparné teplo a tepelná vodivost chrání před prudkými změnami teplot)
- Oplození u mečů, řas a kaprad'orostů, šíření semen, rostlinné pohyby
- Důležitý význam při růstu

### Vodní režim

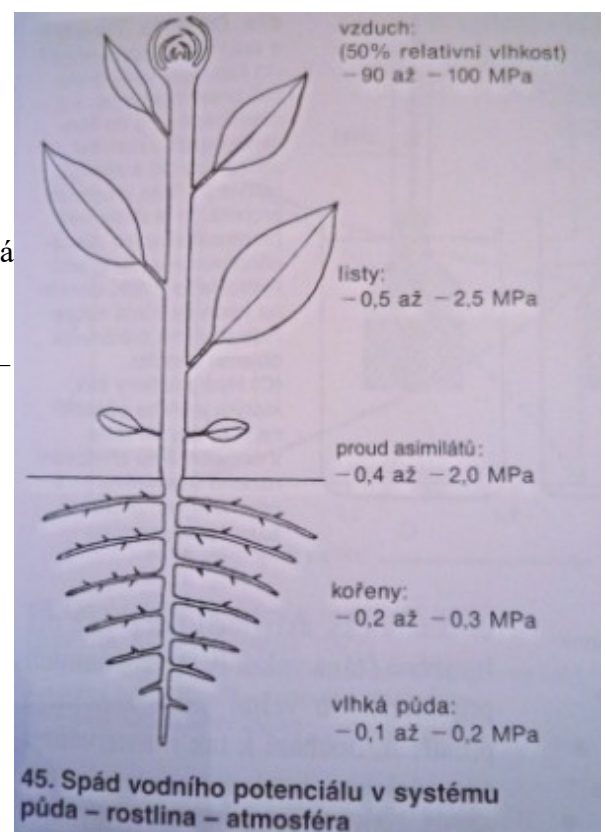
- zahrnuje:

1. Příjem vody
2. Vedení
3. Výdej

#### ad.1) Příjem

- nižší a vodní rostliny přijímají vodu celým povrchem těla
- vyšší rostliny nejvíce vody přijmou kořenovým systémem (zejména kořenovým vlášením), mimokořenový příjem (např. epifyty nadzemními orgány rosa, déšť)
- vodní potenciál = síla, kterou rostlinná buňka saje vodu (savá síla); závisí na tzv. osmotickém potenciálu (tlak, pod kterým do cytoplazmy přes CM (cytoplazmatickou membránu) proniká čistá voda), který je v různých částech rostliny různý – dáno rozdílnou hodnotou látek rozpuštěných v buněčné šťávě

- **hydratace (bobtnání)** = schopnost organických sloučenin poutat vodu



- Želatina – pektiny
- Např. buněčné stěny, semena při klíčení

- Na příjmu vody se podílí především:

- Difúze
- Osmóza

Difuze = látka proniká z míst s vyšší koncentrací do míst s koncentrací nižší – koncentrační spád

Osmóza = případ difuze, kdy dochází k pronikání rozpouštědla (vody) do roztoku, který je oddělen semipermeabilní (polopropustnou) membránou – ta je dobře propustná pro vodu, ale nepropouští molekuly v ní rozpuštěných látek

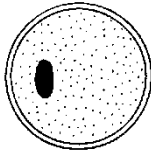
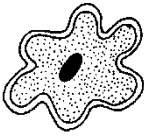
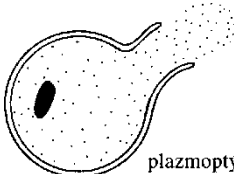
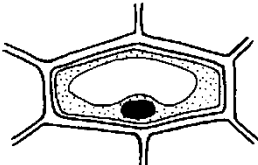
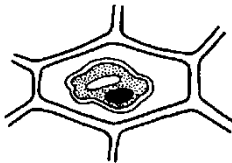
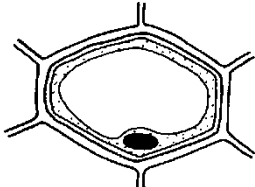
- voda proniká do roztoku, roztok zvětšuje svůj objem
- přijímání vody končí v momentě, kdy dojde k vyrovnání koncentrací na obou stranách membrány a maximální napjatosti buněčné stěny (buňka je „nasáklá“)

- osmotický tlak = tlak toku rozpouštědla (hydrostatický tlak v opačném směru než probíhá osmóza)

- turgor = tlak protoplastu (nasáváním vody se zvětšuje) na buněčnou stěnu, která se tím rozpíná (současně působí stejně velkým tlakem v opačném směru = tlak buněčné stěny)
  - udržuje pevnost rostliny → při nedostatku vody rostlina vadne

- osmotická prostředí:

- + Hypotonické - koncentrace vně < koncentrace uvnitř
  - osmotické nasávání vody
  - při extrémně vysokém nasávání buněčná stěna praská (např. třešně po dešti)
- + Izotonické - koncentrace vně = koncentrace uvnitř
- + Hypertonické - koncentrace vně > koncentrace uvnitř
  - buněčný obsah se smrskává = plazmolýza

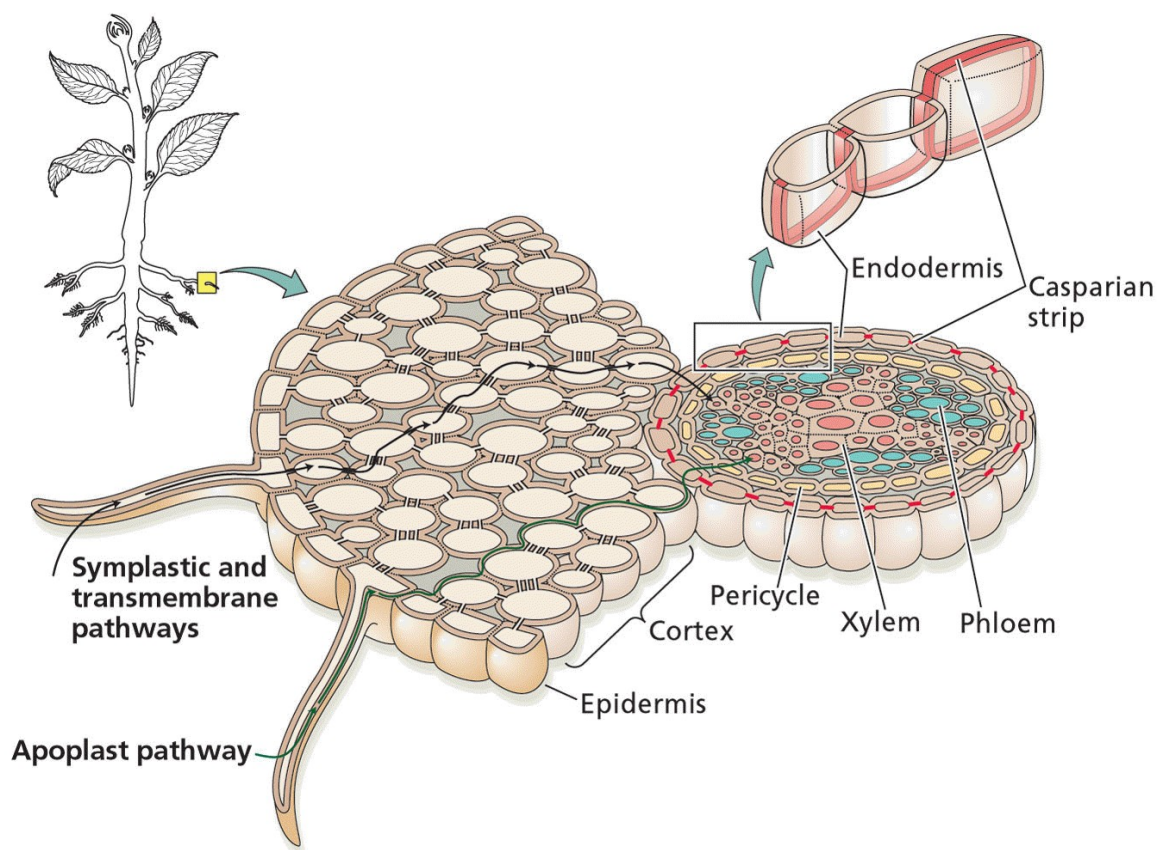
|                    | IZOTONICKÉ<br>(0,3 M sacharóza)   | PROSTŘEDÍ<br>HYPERTONICKÉ<br>(0,6M sacharóza)   | HYPOTONICKÉ<br>(destilovaná voda)   |
|--------------------|---|---|---|
| ŽIVOČIŠNÁ<br>BUŇKA |  | <br>plazmolýza     | <br>plazmoptýza |
| ROSTLINNÁ<br>BUŇKA |  | <br>zvýšený turgor |                 |

### **Faktory ovlivňující příjem vody:**

- Množství vody v půdě
- Množství kyslíku v půdě - dýchání kořenového systému – uvolnění energie pro příjem vody
- Teplota
- Množství minerálních látek (fyziologické vadnutí)
- Fyziologický stav rostliny
- Velikost částic v půdě - čím jsou menší, tím silněji poutají vodu – Jílovité půdy

### **ad. 2) Vedení**

- vedení prostřednictvím cév a cévic
- nutný souvislý sloupec vody ve vodivém pletivu - xylém (rozvod vody a rozpuštěných anorganických látek)
  - cévy (tracheje) – otevřené na obou koncích, bez přehrádek nebo s perforací, až 10 m dlouhé,  $\varnothing$  desetiny mm, nejsou u jehličnanů
  - cévice (tracheidy) – vždy uzavřené, téměř výhradně tvoří xylém jehličnanů, délka řádově mm,  $\varnothing$  tisícin – setiny mm
- pohyb vody z kořenových vlásků do xylému (kořenem v příčném směru):
  - dva způsoby:
    - + Symplastická cesta – přes membrány a cytoplazmu buněk
      - pomalé, energeticky náročné
    - + Apoplastická cesta – buněčnými stěnami a v rámci mezibuněčných prostor
      - rychlejší, nevyžaduje přísun energie
  - v endodermis se kvůli ztlustělým buněčným stěnám (Caspariho proužky) cesty kříží (musí projít vnitřkem buňky)



- transpirační proud = souvislý sloupec pohybující se vody ve vodivém pletivu, končí transpirací výdejem vody nadzemní částí rostliny (ochlazování, ... )

- **kohezní síly** = mezi molekulami vody, udržují souvislost vodního sloupce (soudržnost molekul dána vodíkovými můstky)
- **kapilarita** = silové působení uvnitř úzkých cév, jehož důsledkem je vztlínání vody
- **adheze** = přilnavost molekul vody ke stěnám cév

- kořenový vztlak = aktivní nasávání vody kořenovým systémem, voda je do nadzemních částí xylémem vytlačována
  - je způsoben bobtnáním a osmotickými silami protoplastů kořenových buněk
  - projevy: xylémová šťáva – míza (je sladká), gutace
  - energeticky náročné → uplatnění především v období nízké transpirace (např. v noci, kdy je vysoká vlhkost vzduchu)

### ad. 3) Výdej

#### Transpirace

= proces odpařování vody z nadzemních částí rostlin, hlavně z listů (transpirační sání listů zapřičiňuje vedení vodního sloupce až do vrcholku rostliny)

- pasivní děj → nevyžaduje od rostliny energii; hlavním energetickým zdrojem je sluneční záření

- typy:

- + Průduchová (stomatární) – regulace otevíráním a zavíráním průduchů na listech
- + Pokožková (kutikulární) – povrchem epidermálních buněk, které jsou kryty kutikulou
  - tvoří méně než 10% celkové transpirace

- transpirační koeficient – udává náročnost rostliny na vodu vzhledem k vytvořené biomase (vytvořené za celé vegetační období)
- na vlastní metabolismus spotřebuje rostlina jen asi 2% přijaté vody, zbytek se vypaří v rámci transpirace
- rychlost transpirace závisí na rozdílech tlaku vodní páry uvnitř listu a v okolním vzduchu
- transpirace během dne kolísá (v noci vysoká vlhkost vzduchu)

### Gutace

= výdej v kapalném stavu, z hydátod (=vodních skulin) – průduchy, které ztratily schopnost se zavírat

### **Faktory ovlivňující transpiraci:**

- Obsah vody v rostlině
- Fyziologický stav rostliny
- Teplota vzduchu
- Vlhkost vzduchu
- Vliv větru
- Intenzita světla

### Vodní bilance

- poměr mezi příjmem a výdejem vody
- často nerovnováha → vodní deficit = nedostatek vody způsobený nadměrným výparem
  - klesá turgor, rostlina vadne
  - rostlina se transpirační ztráty snaží řešit rychlým uzavřením průduchů
- nedostatek vody v prostředí → vodní stres

## **Minerální výživa rostlin**

- příjem, vedení a využití minerálních živin
- vodní rostliny přijímají živiny celým povrchem těla, vyšší suchozemské rostliny převážně kořenovým systémem (mohou ale přijímat i nadzemní částí = mimokořenová výživa)
- humusové částice v půdě nesou elektrický náboj → schopnost vázat ionty minerálních živin
- půdní roztok = kapalina s ionty, která dopravuje živiny ke kořenům
- živiny poskytují i organismy žijící v půdě (např. hlízkové bakterie, které vážou atmosférický dusík)
- rostlina je schopna regulovat příjem jednotlivých prvků, v rostlinném těle je obsaženo asi 60 prvků
- biogenní prvky se dle zastoupení v pletivech dělí:

- makrobiogenní prvky = C, O, H, N, S, K, P, Mg, Ca, Fe
- mikrobiogenní prvky = Cu, Zn, Mn, Mo, B, Cl, Co
- další prvky – ve větším množství mohou i škodit = Ni, Au, Cd, Pb

#### **a) makrobiogenní prvky**

- především stavební funkce

| Prvek | Zdroj | Význam, důsledky nedostatku (popř. přebytku) |
|-------|-------|--|
|-------|-------|--|

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| <b>C</b>  | Atmosféra - CO <sub>2</sub> ;<br>Půda - HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                  | Stavební prvek organických látek  |
| <b>O</b>  | Atmosféra - O <sub>2</sub>   | Zásadní význam v procesu dýchání  |
| <b>H</b>  | Voda   | Stavební prvek v organických sloučeninách, energetický metabolismus rostliny  |
| <b>N</b>  | Půda - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                  | Stavba aminokyselin, bílkovin, nukleových kyselin, enzymů, chlorofylu...<br>Nedostatek – omezení růstu, světlé listy, zkrácení období vegetace, nadměrný růst kořenů<br>Přebytek – bujný růst       |
| <b>P</b>  | Půda - H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ,<br>HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Energetický metabolismus, složka NK, fosfolipidů, ATP, stimuluje růst kořenů...<br>Nedostatek – zpomalení růstu, snížení tvorby plodů, tmavě zelené listy   |
| <b>S</b>  | Půda - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | Energetický metabolismus, tvorba bílkovin, vitamíny, koenzymy, ve vyšších koncentracích škodlivá  |
| <b>K</b>  | Půda - draselné soli   | Aktivátor enzymů, transport sacharidů, regulátor svěracích buněk průduchů, odolnost proti chladu, nitrobuněčný tlak...<br>Nedostatek – tmavnutí listů, nízká klíčivost semen a aktivita fotosyntézy |
| <b>Mg</b> | Půda - Mg <sup>2+</sup>  | Součást molekuly chlorofylu - dýchání, aktivuje činnost mnoha enzymů  |
| <b>Ca</b> | Půda - Ca <sup>2+</sup>  | Zpevnění buněčných stěn, udržení pH, podmiňuje funkci biomembrán, mitochondrií a chloroplastů, nitrobuněčný tlak, neutralizace toxických kyselin<br>Nedostatek – zpomalení růstu                    |
| <b>Fe</b> | Půda   | Katalytická funkce, účast na oxidoredukčních reakcích v procesech dýchání a fotosyntézy<br>Nedostatek – snížení intenzity dýchání, žloutnutí a odpadávání listů                                     |

**b) mikrobiogenní prvky**

- katalytická funkce

| <b>Prvek</b> | <b>Zdroj</b>                        | <b>Význam, důsledky nedostatku (popř. přebytku)</b>   |
|--------------|-------------------------------------|---|
| <b>B</b>     | Půda - BO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | Výživa rostlin<br>Nedostatek – narušení metabolismu cukrů, odumírání vzrostných vrcholů           |
| <b>Cu</b>    | Půda - Cu <sup>2+</sup>             | V semenech, v rostoucích částech<br>Nedostatek - zpomalení růstu a kvetení, snížení vitality pylu |
| <b>Mo</b>    | Půda                                | Součást enzymů, spojení s metabolismem dusíku<br>Nedostatek – např. květák nevytváří růžice       |
| <b>Mn</b>    | Půda - Mn <sup>2+</sup>             | Metabolismus sacharidů, fotolýza vody, struktura tylakoidů  |
| <b>Zn</b>    | Půda – Zn <sup>2+</sup>             | Aktivace enzymů, syntéza bílkovin<br>Nedostatek – narušení tvorby semen                           |
| <b>Co</b>    | Půda                                | Růstový faktor (B <sub>12</sub> - kobalamin)  |
| <b>Cl</b>    | Půda                                | Fotochemické reakce – stimuluje štěpení vody při fotosyntéze, činnost průduchů, stavba chlorofylu |

- nejčastěji chybí N,P, K

## Hnojiva

- v přirozených podmínkách se uvolňují živiny z odumřelých těl a mohou být opět využity
- na zemědělské půdě (rostlinná biomasa je odvážena, narušení koloběhu živin) je třeba doplňovat živiny hnojením – slouží ke zlepšení výživy kulturních rostlin a zvýšení jejich výnosů
- typy:
  - + Statková (= organická) - např. hnůj, kompost...
    - napomáhají tvorbě humusu, dochází k mineralizaci
    - nelze jimi přehnojit
  - + Průmyslová - vápenatá (vápno), fosforečná (superfosfát), dusíkatá (amoniak, močovina), draselná (KCl), kombinovaná...
    - lze jimi přehnojit (vytvoří hypertonické prostředí a rostlina usychá)
    - často negativní dopad na životní prostředí
  - + Biominerální - s přidavkem rohoviny a stopových prvků
    - složením uzpůsobená konkrétním skupinám rostlin

## Růst a vývoj rostlin

### Růst

= nevratné kvantitativní změny, zvětšování rozměrů i hmotnosti rostliny, změny tvaru a uspořádání orgánů

- během celého života
- mají neukončený růst, vyvoj
- probíhá buněčné dělení i růst buněk samotných

- 3 růstové fáze buněk:

- + Zárodečná (embryonální) – množení počtu buněk dělivých pletiv, nárůst cytoplazmy buněk
- + Prodlužovací (elongační) – zvětšování objemu buněk, růst buněčné stěny, zvětšování vakuol
- + Rozlišovací (diferenciační) – buňka získává stavební a funkční specializaci (např. buňky krycí, vodivé atd.)
  - probíhá současně se zárodečnou a prodlužovací fází

- růst ovlivňují vnější a vnitřní faktory:

#### **a) Vnější faktory růstu**

- světlo - nezbytné pro fotosyntézu
  - ma vliv na utváření nadzemní části rostliny
  - etiolované rostliny = rostliny s nedostatkem světla, mající morfologické změny, téměř bílé, křehké, prodloužení stonků v článcích, potlačení růstu listů
  - důležitý faktor je i doba světla -> fotoperiodismus



- kratkodenni (ryze, tabaky, chryzantemy), dlouhodenni (brambory, spenat), neutralni (sedmikraska)
- teplota – ovlivnuje rychlost
  - každý rostlinný druh má minimum, optimum a maximum
  - v minimu růst začíná, v optimu probíhá nejrychleji a v maximu ustává
  - jarovizace – nizke teploty -> fyziologicke zmeny -> vysledek je kveteni a vznik plodu
- voda - důležitá především v zárodečné a prodlužovací fázi
- minerální živiny - příznivě ovlivňují růst, nedostatek vede k zakrnutí

### b) *Vnitřní faktory růstu – rostlinné hormony (fytormony)*

- organické sloučeniny syntetizované v určitém typu pletiva, odtud vedeny do jiné části rostliny vodivými pletivy, kde v malých koncentracích ovlivňují růst (ovlivňují také vývoj)

#### - dělení:

1. Stimulátory (povzbuzení růstu)
  - Auxiny – tvorba ve vrcholu stonku,
    - zajišťuje prodloužení buněk, jejich dělení v kambiu, tvorbu adventivních kořenu
    - snižuje opadavost listů -> fotosyntéza může probíhat
  - Cytokininy – tvorba v mladých kořenech
    - podporuje dělení a prodlužování buněk
    - Podporují vznik pupenu, vrstev postranních kořenu
    - Brání odbourávání chlorofylu – zpomalují stárnutí
  - Giberliny – mladá kořena a listy
    - urychlují růst
    - prerušují období klidu u semen, hlíz cibule

| Fytormon   | Výskyt   | Účinek   |
|------------|--|--|
| Auxiny     | Tvoří se v dělivých pletivech vzrostných vrcholů stonků, v nejmladších listech | Tvorba kořenů – četnost větvení, růst adventivních kořenů (přídavných – rostou mimo nejspodnější část stonku), zesílení příjem vody a živin, zabraňuje opadu listů |
| Cytokininy | Syntetizují se v kořenových špičkách   | Urychlení buněčného dělení, zpomalení stárnutí listů, klíčení semen, vznik pupenů a postranních kořenů   |
| Giberliny  | Vznik v mladých listech, semenech a kořenech                                   | Urychlení růstu orgánů, přerušují období vegetačního klidu, umožňují syntézu enzymů nezbytných pro klíčení semen   |

#### 2. Inhibitory (utlumení růstu)

- kyselina abscisová
- ethylen

#### 1. Stimulátory

#### 2. Inhibitory

| Fytormony | Výskyt  | Účinek   |
|-----------|---|--|
| Kyselina  | V plně vyvinutých listech, semenech a plodech | Zpomalení růstových procesů, navozuje odpočinek, |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| abscisová (ABA) |  | zvyšuje odolnost vůči nepříznivým faktorům (např. vodní stres), urychluje opad listů a plodů |
| Ethylen         | Dozrávající plody, poraněné rostlinné orgány | Zpomalení růstu stonků a kořenů, regulace opadu listů i květů, dozrávání plodů               |

- uměle vyrobené růstové látky se používají v rostlinné výrobě a ve vysokých koncentracích se mohou uplatňovat i jako herbicidy = přípravky k ničení plevelů

### Periodicita růstu

- kolísá dle podmínek prostředí během dne a noci, během roku
- v noci se rychlost růstu zvyšuje, ve dne snižuje (ve dne více kolísají změny teplot, přísunu živin atd.)
- roční periodicita – střídá se vegetační období (růstové) s obdobím vegetačního klidu (v mírném pásmu podmíněno prudkým poklesem teplot)

### **Dormance**

#### **Dormance vynucena**

#### **Dormance z vnitřních příčin**

### Růstová korelace

= vzájemná závislost růstu a vývoje jednotlivých orgánů (pletiv, buněk) v rámci rostliny

- působení fytohormonů
  - apikální dominace – „vrcholová nadvláda“
    - vrcholový pupen brání růstu postranních pupenů, po jeho odstranění mohou úžlabní pupeny růst (principu se využívá v sadařství při prořezávání stromů)

### Polarita růstu

- Na rostlině a jejích orgánech je tvarově a funkčně vymezen **vrcholový (apikální) pól** a **spodní (bazální) pól**
- Polarita souvisí s pohybem auxinu, který proudí ve stonku od vrcholu ke spodní části rostliny

### Regenerace

- nahrazení poškozených či opotřebovaných částí těla
- rostliny ránu zacelují vrstvou zkorovatělých buněk nebo pletivem kalus (= hojivé pletivo, které umožňuje vytvářet adventivní rostlinné orgány)
- působení auxinů
- vysoká schopnost regenerace → obranný mechanismus, přisedlý způsob života nahrává poškozování
- mnohé formy regenerace rostliny využívají k vegetativnímu rozmnožování a rozšiřování (např. rozmnožování řízkováním – viz další kapitola)

### Vývoj (ontogeneze)

- zahrnuje období od vzniku zygoty až do smrti jedince
- kvalitativní změny ve stavbě, látkové výměně i aktivitě rostliny a jejích částí
- uplatnění genetických vlivů i vlivů vnějšího prostředí, vnější podmínky musí vyhovovat požadavkům rostliny
- 4 vývojová období:

- 1) Embryonální – vývoj embrya od vzniku zygoty po dozrání semene
  - 2) Vegetativní – klíčení semene, tvorba vegetativních orgánů, pouze nepohlavní rozmnožování
  - 3) Období dospělosti – schopnost tvorby pohlavních buněk (gamet) či výtrusů (spor), pohlavní rozmnožování
  - 4) Období stárnutí – převaha rozkladných (katabolických dějů), k rozmnožování už nedochází
- **rostliny podle délky života:** Efemery, Ozimy, Jednoleté, Dvouleté (mrkev), Víceleté, Vytrvalé

- v průběhu života může docházet ke změně způsobu výživy (heterotrofní na autotrofní) i ve využívání asimilátů

- **dormance** = období vegetačního klidu, rostlina zastavuje růst a výrazně snižuje metabolickou aktivitu

- zvýšení koncentrace inhibitorů v organismu
  - může být vynucená (vnější nepříznivé podmínky, lze ji přerušit – např. kvetení „barborek“ v zimě) nebo pravá (fyziologický stav rostliny, i příznivé vnější podmínky, nelze přerušit)

- **klíčení semen** – přechod z období klidu do období růstu

- semena nasávají vodu, bobtnají, zvětšují svůj objem
- voda aktivuje enzymy potřebné k dýchání, rozkladu zásobních látek
- dochází ke vzniku semenáčku (klíčící rostlina)
- klíčivost – schopnost klíčit, některá semena si vlastnost uchovávají mnoho let

### Životní cyklus

- může trvat několik týdnů i několik tisíc let

- **rozdělení** rostlin dle délky a povahy životního cyklu:

+ Efeméry – celý vývoj trvá jen několik týdnů (osivka jarní)

+ Jednoleté – v jednom roce vytvářejí plody a odumírají, nepříznivé zimní období přežívají v podobě semen (netýkavky)

+ Ozimy – na podzim vyklíčí, přezimují, na jaře dalšího roku pokračují v růstu, vytvářejí plody a odumírají

+ Dvouleté – v prvním roce tvoří růžici přízemních listů, druhým rokem kvetou, vytvářejí plody a odumírají (mrkev obecná)

+ Víceleté – několik let rostou, pak vykvetou a umřou

+ Vytrvalé – žijí více vegetačních období, opakovaně přinášejí plody, zimu přečkávají v podobě hlíz, oddenků, kořenů, cibulí

- dle charakteru stonku – byliny, polokeře, keře, stromy

- rostliny monokarpické – kvetou a plodí jen jednou za život, není časté

- rostliny polykarpické – kvetou a plodí mnohokrát za život

### Vliv teploty a světla

a) **Teplota**

vernalizace = „jarovizace“ - nízké teploty (0-7°C) uvolňují pupeny z dormance, připravují na fázi kvetení

b) **Světlo**

- fotoperioda = délka denního osvětlení

- fotoperiodismus = reakce rostlin na fotoperiodu
- evoluční přizpůsobení rostlin k sezonním změnám vnějšího prostředí, vliv geografického rozšíření
- ovlivnění doby kvetení, klíčení semen...
- informace o délce fotoperiody rostlina zachycuje listy
- rozdělení podle nároků na osvětlení v souvislosti s tvorbou květů:
  - + Krátkodenní – krátká světelná perioda; do 12 hodin; podzim (rýže, chrysanémy)
  - + Dlouhodenní – dlouhá světelná perioda; 14 – 16 hodin; konec jara, léto (pšenice, špenát)
  - + Neutrální – libovolná fotoperioda, pokud je vnější prostředí vhodné (smetánka lékařská, sedmikráska)

## Rozmnožování rostlin

- diaspora – útvar, kterým se květina šíří (semena, spory,...)
- 3 základní typy:
  - a) Pohlavní
  - b) Nepohlavní
  - c) Vegetativní

### a) Pohlavní rozmnožování

- vznik nového jedince splynutím dvou gamet, pocházejících ze dvou rodičovských organismů
- u všech nižších i vyšších rostlin
- důležitost z hlediska evoluce a dědičnosti
- rostliny se zpravidla vzájemně nekříží, pokud nejsou druhově izolovány, ale ke křížení může ve volné přírodě také dojít (tzv. hybridizaci) – jak k mezidruhovému, tak (vzácně) mezirodovému

### b) Nepohlavní rozmnožování

- u výtrusných organismů (řasy, mechorosty, kaprad'orosty, houby)
- jedinec se vyvíjí ze spor, které se tvoří na sporofytu
- spora je jednobuněčný útvar, vzniká z něj haploidní gametofyt
- vzniká klon mateřského organismu

**rodozměna (metageneze)** = střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování v životním cyklu rostlin  
Pohlavní generace = gametofyt (G) vytváří pohlavní orgány (gametangia) a pohlavní buňky (gamety), je haploidní

Nepohlavní generace = sporofyt (S) vytváří výtrusnice (sporangia) a výtrusy (spory), je diploidní

### c) Vegetativní rozmnožování

- **Přírozené** – dělení a rozpad stélek, tvorba rozmnožovacích částic, opadavé pupeny, hlízy, oddenky, cibule, šlahouny
- **Umělé** – řízkování, roubování, očkování, hřížení, rostlinné explantáty
- nový jedinec vzniká z vegetativní části mateřského organismu
- vznik klonů – geneticky shodných jedinců

- význam např. při zabírání nových území
- mnoho rostlin vytváří morfologické útvary, které vegetativní rozmnožování umožňují (opadavé pupeny v úžlabí listů; oddenky – konvalinka vonná; šlahouny – jahodník; cibule – sněženka podsněžník; kořenové hlízy – jirinka zahradní...)
- živorodé (viviparní) rostliny = vzácné
  - místo květů adventivní pupeny, klíčící na mateřské rostlině a následně opadávající
  - např. lipnice cibulkonosná
- vegetativní rozmnožování se užívá při pěstování kulturních plodin (snaha zachovat kladné vlastnosti vyšlechtěných rostlin):
  - řízkování – část rostliny se odřízne a zasadí
  - hřížení – ohnutí výhonu rostliny a jeho ponoření do půdy
  - roubování – část rostliny se seříznutou plochou nasadí na podnož, propojení cévních svazků

### Podotázky:

- 1) Látkové složení rostlinného těla
- 2) Vodní režim rostlin
- 3) Osmotické děje
- 4) Minerální výživa rostlin, biogenní prvky
- 5) Vnitřní a vnější podmínky růstu a vývoje rostlin
- 6) Rostliny a světlo, střídání ročních období, dormance
- 7) Regenerace a korelace u rostlin
- 8) Rozmnožování rostlin – pohlavní, nepohlavní
- 9) Rodozměna rostlin
- 10) Ontogenetický vývoj rostlin

### Odborné pojmy:

- turgor
- difúze
- gutace
- plazmolýza
- etiolizace
- jarovizace
- inhibice
- efemery
- symplastická cesta
- fotoperioda

# MO č. 10 – Vznik a vývoj života, geologické etapy, antropogeneze A DALŠÍ HOVNA

## Vznik vesmíru, Sluneční soustavy a Země, stavba Země

### *Dvě základní teorie:*

a) **Kreacionismus** – vznik života zásahem **vyšší moci**, evoluci moc nepřipouští

b) **Vznik vesmíru (Velký třesk)**

**zlomek vteřiny** trvající období, v němž vznikly „**prostor, čas a hmota**“ a začaly platit **fyzikální zákony** před **14 miliardami let**

od té doby se vesmír **rozpíná**

- dokazuje to: **Dopplerův efekt** (frekvence kmitů odražejících se od předmětů klesá), **rudý posun ve spektru** (vlnová délka odraženého světla od vzdalujícího se předmětu roste)

v prvních sekundách velmi rychlé **rozpínání velmi žhavého a hustého plynu**

téměř okamžitě vznikají základní stavební částice hmoty: **e<sup>-</sup>, p<sup>+</sup>, n<sup>0</sup>**

vznikla jádra atomů nejjednoduchých prvků (**H, He**) -> přes 90% vesmíru tvoří vodík

v této době již **vesmír rozpínáním ochlazen** asi na 1 miliardu stupňů Celsia a na hustotu připomínající vodu -> teplota však moc vysoká na to, aby vznikly celé atomy (to až za 300 let)

roste úloha **gravitační síly**

vznikají **zahuštěné oblasti** – zárodky budoucích galaxií -> ty se srážejí a spojují -> **galaxie**

růst trval **několik miliard let**, ve vesmíru miliardy galaxií, v nich hvězdy

zárodky hvězd

- **mračna chladných (-270 °C), řídkých plynů** prostoupených **prachem**, důsledkem **gravitace** soustředěných hmoty do středu útvaru -> **zhušťování** objemu

vznik hvězdy:

- **vysoká E<sub>k</sub> částic** uprostřed útvaru -> **stoupá teplota** a hustota (cca 100 tisíc let) -> když přesáhnul **7 mil. °C => termonukleární reakce** (H-> He)
- již **hvězda** (další vývoj podle její hmotnosti)
- ze **zbylých plynů a prachu** se tahem některých hvězd vyvinul příslušný útvar, ze kterého později vznikají planety a jejich měsíce = **satelity**

### Vznik Sluneční soustavy

- z rozsáhlého **mračna prachových částic**, které se působením vlastní přitažlivosti smršťovalo, zahřívalo
  - získalo **tvár disku**, v jehož středu vznikla **centrální hvězda – Slunce**
  - Slunce se časem **zahřálo** na tolik, že vypařovalo prachové částičky ze střední části mračna
  - tuhé částice se **srážely** do větších tvarů, až vznikly další **planety a jejich měsíce**
- stáří sluneční soustavy – asi **4,5 miliardy let**
- planety Sluneční soustavy: **Merkur** (podobný měsíci), **Venuše** (připomíná původní atmosféru Země, vysoký tlak), **Země**, **Mars**, **Jupiter** (největší, Galileovy měsíce – např.: **Európa**), **Saturn** (zamrzlá voda, šišatý), **Uran** (vyzařuje), **Neptun**
- další planety Sluneční soustavy (trpasličí): **Ceres**, **Pluto** a **Eris**
- všechny vesmírné objekty rotují, **odstředivá síla** je „protiváhou“ gravitace -> brání gravitačnímu zhroucení vesmíru do jeho středu

### Stavba Země:

jádro (vnitřní, vnější, těžší prvky)

plášť (vnitřní, vnější, astenosféra)

kůra (oceánská, kontinentální, lehčí prvky)



## Teorie vzniku života, chemická a biologická evoluce

### Teorie vzniku života

#### Naivní abiogeneze

teorie samoplození, organismy se **vyvinuly** z neživých **samy** (kromě člověka), např. žáby z bahna  
teorie se držela až do středověku – Aristoteles ☺

19. století – **mikroskop** – Luis Pasteur – vyvrátil naivní abiogenezi jednoduchým experimentem – samovolně nevzniká nic

#### Kreacionismus

vznik života vykládaný **nábožensky** např.: křesťanská teorie (6 dní)

zastánci: C. Linné, Lamarck

#### Panspermie

Život byl na Zemi **zanesen z vesmíru**

Vesmírem plují **zárodky života (kosmozoa)**

**Organické sloučeniny na meteoritech** (S. Arrhenius)

#### Evoluční abiogeneze

vznik **postupným vývojem** z neživé hmoty přímo na Zemi

zahrnuje **chemickou evoluci** (vznik stavebních látek živé hmoty) a **biologickou evoluci** (vznik buněk a jejich vývoj až dodnes)

### Chemická evoluce

trvala stovky miliónu let, není zcela poznána; vyvrcholením chemické evoluce byl **vznik nukleových kyselin**

proběhla v několika etapách a zahrnuje v sobě:

- I. vznik jednoduchých organických aminokyselin:
  - na povrchu Země jiné podmínky než dnes – **jiné složení plynů v atmosféře** a jiný typ záření objevujícího se na Zemi
  - atmosféra **bez kyslíku, bez ozónové vrstvy** -> pronikání záření na Zemi
  - složení atmosféry: **NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O (g), CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, ... => záření, blesky, sopky**
  - vznik **aminokyselin** a **dušíkatých heterocyklů** z těchto látek -> **bílkoviny a nukleové kyseliny** => dokázáno pokusy S. Millera, J. W. Foxe (Američané)
  - nukleové kyseliny – ovlivňují chemické prostředí a výměnu látek ve svém okolí, dokáží vytvořit **za určitých podmínek kopie** => **rozmnožování**, na této úrovni hovoříme o **prvních organismech** (srovnatelných s bakteriemi)
- II. koacerváty (teorie Oparina)
  - Život vznikl v **mělkých vodních rezervoárech** - primární bujón (**prapolévka**)
  - útvary samovolně vznikají v **jádrech makromolekulárních látek** = **koacerváty** (shluk velkých molekul), neumí přenášet informace

Dnes předpokládáme, že se život vyvinul v okolí **hlubokomořských pramenů (černé komíny)**

### Biologická evoluce

vznik **prabuněk** = protobiontů (eobiontů)

- vznik **genetického kódu** z 20 aminokyselin -> svědčí o zřejmě **jednotném původu** organismů
- při replikaci genetické informace -> **chyby** -> zánik informace (existovala **přírodní selekce**)
- **protobionty** = první předchůdci organismů, obsahovaly 1 molekulu **RNA**, která se replikovala **bez enzymů**, tzn. nepřesně

- **turokatalycké štěpení** -> rozpad na úseky cca 100 nukleotidů (předchůdci dnešních **transferovaných RNA**)
- **nepřesnost** – častými mutacemi vznikal celý soubor molekul RNA, zůstaly jen ty **nejstabilnější** s přesnou replikací

⇒ ty se staly začátkem vývoje genetického kódu a RNA polymerázy

**zpětnou transkripcí** vznikala molekula **DNA** (stabilnější, přesnější replikace)

v živém systému se začaly uskutečňovat 3 oddělené toky informací:

- **replikace** (kopírování) prostřednictvím DNA (umožňující přenos gen. informace při reprodukci buňky)
- **transkripce** (přepis) DNA do mRNA
- **translace** (proteosyntéza) mRNA do primární struktury bílkovin – proteinů

praorganismy = eobionty

- vývoj ve **vodě** (ochrana před UV, nebyl ozón)
  - **anaerobní heterotrofové** (byli schopni **fermentace** = kvašení organických sloučeniny vzniklé abiogeneticky)
  - vývoj směřoval k **prokaryotní buňce** (nemá jádro a většinu organel), postupně se nedostávaly abiogeneticky vznikající organické sloučeniny
  - začlenění barviv a využití E fotonů -> **fotoautotrofie** (vyrábí si látky sami)
  - postupně vznikají **fotosyntetizující bakterie a sinice (3,5 mld let)**
  - sinice produkují **O<sub>2</sub>** -> tvoří se **ozónová vrstva**
  - **O<sub>2</sub> typický pro anaeroby (přesouvají do moře – podmořský vulkanismus)** -> vznikli **aerobové**
  - před **2 mld let** vznikla **eukaryotní buňka** (2n – 2 sady chromozomů) – teorie **endosymbiózy**
  - **1,2 – 0,6 mld let** vznikly **mnohobuněčné organismy**
- **teorie endosymbiózy** – zabývá se původem mitochondrií a plastidů; cca před **2 mld let**; konkrétně plastidy: **heterotrofní eukaryota** pohltila menší **autotrofní prokaryotu**, která byla schopna fotosyntézy -> **eukaryotní buňka s plastidy**

evoluční teorie

- tři úrovně biologické evoluce
  - mikroevoluce – všechny změny probíhají v populacích patřících k témuž druhu
  - speciace – štěpení vývojových linií a vznik nových druhů
  - makroevoluce – vznik a vývoj vyšších taxonů než druh

**lamarkismus** (J. B. Lamarck, 18. /19. Století)

- myšlenka postupného vývoje druhů, druhy nejsou stálé, ale mění se zákonitě od jednodušších ke složitějším – **stále dokonalejší**
- organismy se aktivně **přizpůsobují** měnícím se podmínkám prostředí

**darwinismus**

- evoluce druhů je výsledkem **přírodního výběru**, podle kterého přežívají a plodí potomky především **jedinci nejlépe přizpůsobení** danému prostředí a přenášejí tak vloh pro **výhodné vlastnosti** do dalších generací, čímž se v konkrétních podmínkách **zvyšuje v populaci podíl jedinců** s výhodnými vlastnostmi
- **variabilita potomstva**: jedinci příslušní jednomu druhu se vzájemně liší
- **nadprodukce potomstva**: jedinci téhož druhu spolu **zápasí**, konkurují si při získávání zdrojů (potravy u živočichů, světla u rostlin)
- **selekcí tlak**: jedinci **úspěšní** ve vnitrodruhové konkurenci zanechají **větší množství potomstva** než ti méně úspěšní

**neodarwinismus** (spojení darwinismu a mendelismu)

- moderní verze Darwinovy teorie, vzniká **sjednocením poznatků** více oborů, např. moderní molekulární genetiky a biologie, darwinismu, paleontologie, ekologie,... označuje se také jako **syntetická teorie evoluce**
- základní mechanismy evoluce jsou:
  - **četnost alel** - vznikne mutací
  - **genetický posun** (náhodná změna frekvence alel, jen malý vzorek a celkového množství gamet se uplatní při rozmnožování, generačně se stupňuje)
  - **přírodní výběr** (selekce)

**Jaroslav Flegr** – plastické a elastické změny – jedny se změny na trvalo, ale ty druhé se vrátí do původní podoby

**Richard Dawkins** – Teorie sobeckého genu

## Paleontologická (statigrafická) pravidla, zkameněliny

### Paleontologie

- Paleontologie je přírodní věda, která se zabývá studiem **zkamenělin**.
- Zkameněliny nebo-li fosilie jsou **pozůstatky po organismech**, které se dochovaly z minulých geologických dob
- **výlitky** = trilobiti (tvrdý povrch, v případě trilobita je to kutikula); není to schránková zkamenělina
- zkamenělina je buď **jádro**, nebo **obal**
- zkameněliny jsme schopni objevit **zhruba až od prvohor**

### Metody datování nálezů

#### a) přímé

- založené na **přirozeném radioaktivním rozpadu** nestabilních izotopů chemických prvků
- ze vzorku (např. z kosti) zjistíme **vzájemný poměr izotopů dvou prvků** (radioaktivního a neradioaktivního), a když známe poločas rozpadu radioaktivního prvku → určíme stáří celého vzorku

#### b) nepřímé

- k určování stáří vzorků, kde **nejde použít absolutní datování**
- studují se tak např. **doprovodné nálezy** (nálezy fauny a flory) ze stejného místa anebo porovnáváme **vzorky z různých nalezišť**

### Stratifikace

- geologická vědní disciplína, která studuje zejména **sledy sedimentárních vrstev** jejich **vztahy** a **stáří**
- **zákon superpozice** – starší vrstvy jsou vždy níže než mladší; výjimkou je ale **překocaná vrása!**
- **zákon stratigrafie** – nejen horniny, ale i **paleontologické nálezy** se řídí zákonem superpozice

### Vůdčí zkameněliny

- dobře **rozlišitelné** a poměrně **snadno určitelné fosilní zbytky** těch organismů, které měly **velké rozšíření horizontální**, geografické a velmi **omezené rozšíření časové**, vertikální

## Přehled geologických etap a period

| Éra                          |   | Časová hranice<br>(v mil) |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Kosmická                     | předgeologické<br>(astrální) období                                   | 4 750                     |
| Prahory                      | Archeozoikum<br>(archaikum)   | 3 800                     |
| Starohory<br>(proterozoikum) |   | 2 500                     |
| Prvohory<br>(paleozoikum)    | Starší  | kambrium                  |
|                              |   | 580                       |
|                              |   | ordovik                   |
|                              |   | 500                       |
|                              |   | silur                     |
|                              |   | 430                       |
|                              |   | devon                     |
|                              |   | 395                       |
|                              | Mladší  | karbon                    |
|                              |   | 345                       |
|                              |   | perm                      |
|                              |   | 280                       |
| Druhohory<br>(mezozoikum)    |   | trias                     |
|                              |   | 225                       |
|                              |   | jura                      |
|                              |   | 190                       |
|                              |   | křída                     |
|                              |   | 135                       |
| Třetihory (terciér)          |   | paleocén                  |
|                              |   | 65                        |
|                              |   | eocén                     |
|                              |   | 54                        |
|                              |   | oligocén                  |
|                              |   | 38                        |
|                              |   | miocén                    |
|                              |   | 22                        |
|                              |   | pliocén                   |
|                              |   | 5                         |
| Čtvrtohory<br>(kvartér)      |   | pleistocén                |
|                              |   | 2                         |
|                              | <b>Holocén – datován<br/>od poslední doby<br/>ledové; éra člověka</b> | 0,1                       |

*Prahory a starohory = prekambrium – geologický vývoj, významné organismy*

### Prahory

- období: před 4 – 2,5 mil let, **tektonika a kontinentální drift nefungovaly**
- více E v podobě **tepla** (z nitra, pády meteoritů a planetek)
- většina prahorních hornin zcela **přeměněných**, málo **vyvělin** a **mořských usazenin** => dokládají **existenci oceánu**, ve kterém došlo ke vzniku života
- **vytvoření světadílů, vznik života**
- konec prahor: **začaly globální procesy**, které trvají dodnes; **vnitřní pochody Země** a **kosmické vlivy** neustaly a stále ovlivňují podmínky na Zemi

### Starohory

- období **2500 – 570 mil před**
- mnoho **sedimentů**: z minerálního složení vyplívají **změny ve složení atmosféry**; více zachovalých zkamenělin, tedy **projevy života**
- **Stromatolity** – bočníkovité nebo hlízovité útvary z uhličitanu vápenatého, produkty životní činnosti sinic

**původní atmosféra**: NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O (g), CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S -> součást původního kosmického materiálu Země, který pocházel např. z komet; byla **redukční** (dnešní je oxidační), **fotosyntéza** -> vznikla atmosféra s obsahem **kyslíku**

- 1800 miliónů roků – přechod **od kvasného metabolismu k dýchání** (energeticky výhodnější)
  - vznik **eukaryotických buněk** (rostlinná a živočišná)
- konec starohor: **koncentrace kyslíku se výrazně zvýšila** -> příprava na obrovský **rozmach živočichů**;  
**nejchladnější období** -> zalednění povrchu

### *Prvohory (paleozoikum) – geologický vývoj, významné organismy*

díky **pohybu litosférických desek** došlo ke spojení všech kontinentů v jeden celek => superkontinent **PANGEA**

důkazy pro existenci Pangey – některé kontinenty svými tvary do sebe **zapadají** jako části skládky, navíc můžeme najít (naprosto) **stejně horniny na různých kontinentech**

vrásnění:

- **Kaledonské** (kambrium -> devon) – např. vznik **Skandinávského pohoří a Skotské vysočiny**
- **Variské = Hercynské** (devon -> perm) – vznik **České Vysočiny, Uralu, Francouzského středohoří**

Vrásnění doprovází **magmatická činnost**, vznik velkých pohoří, přeměna hornin a vznik rudných ložisek  
 Mezi prvohorními horninami převládají **usazeniny**, často **organogenního původu** (vápence, **černé uhlí**)

život v prvohorách:

- v prvohorách došlo k **rozvoji života** (**vznikly všechny kmeny** dnes žijících živočichů)
- ve **starších prvohorách** se život vyvíjel pouze ve **vodě**, živočichové žili přisedle, pohybovali se po dně nebo volně ve vodě, rozvíjely se celé **ekosystémy**, postupně **osidlování dalších prostředí**
- Vznik **tkání** a specializace **orgánů**, proto i specializace **na různé způsoby výživy** – **autotrofní a heterotrofní**
- Začíná „exploze fosilního záznamu“ (kostry, schránky)

počátek prvohor: složitější **společenstvo mnohobuněčných** na dně mělkých moří

konec prvohor: **bohatě osídleny oceánské vody, jezera, řeky, na dně moří usedliny** – dochovali se na mnoha místech, obsahují **zkameněliny**

život v prvohorních mořích: kromě **trilobitů**, další bezobratlí živočichové jako **měkkýši** (draví ortoceři), **ramenonožci**, **ostnokožci** (lilijice, korály), **členovci**, **porifera**, **graptoliti** (polostrunatci); vznikaly rozsáhlé **korálové útesy**

více než polovina zkamenělin -> **trilobit: vůdčí zkameněliny** prvohor, žili v **mořích celého světa**, výskyt: **kambrium -> perm**

obratlovci: v mořích, zastoupeni **rybami a parybami** (devon – „věk ryb“), v **devonu přechod živočichů na souš** - první **obojživelníci**, první **hmyz**, v mladších prvohorách první **plazi**

rostliny: nejdříve se vyvíjely pouze ve **vodě**, **během siluru první suchozemské rostliny**, museli se **přizpůsobit** (teplotní změna - nové orgány – **kořeny, cévní svazky, zpevňovací pletiva**), v **karbonu** vznikaly první **pralesy**, rostly zejména **výtrusné rostliny** – **přesličky, plavuně, kapradiny**, objevily se i **první nahosemenné rostliny** (na konci prvohor **mnoho druhů vymírá**)

změny teplot a ovzduší

**Rhyniophyta** – první suchozemské rostliny – dřevostředný cévní svazek, rhizomoidy, telomy – sterilní či fertilní, izomorfní rodová změna

**Kambrická exploze** - během cca 40 milionů let (dnes nověji možná během 5 – 10 mil. let!) (565 - 525) - **vznikly všechny současné kmeny říše „Animalia“**

- Kambrium začíná před 543 miliony lety
- **ekologické příčiny:** vytvořil se **vztah predátor -kořist**. Tento vztah vede k **nárůstu nových druhů** (různé typy ochranných štítů, způsoby pohybu...)
- **geologické příčiny:** nakumuloval se atmosférický **kyslík**, což umožnilo nový, aktivnější typ metabolismu umožňující **nové způsoby pohybu, přijímání potravy...**

- **genetické příčiny**: u 35 živočišných kmenů jsou **rozdíly v prostorové a časové expresi genů**, což vede k rozdílnému embryonálnímu vývoji
  - tyto tři hypotézy se vzájemně nevylučují
  - **konec prvohor: vymřelo přes 90% prvohorních rodů**, vymírání vodních i suchozemních ekosystémů, **vymřeli trilobiti** (⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗)
- prvohorní vymírání – způsobily ho **klimatické změny**; jednalo se o **narušení hlubokomořského tepelného výměníku** (zastavil se) – **kyslík zůstal nahoře, dole se hromadí sloučeniny methanu, síry** apod. = řetězové vymírání; **rozklad těl produkuje další tyto látky a další zvířata vymírají** (90% druhů tehdy vymřelo – mnohem masivnější vymírání než to druhohorní)
- z prvohor se dochovali: **jinan dvojlaločný** a **latimérie podivná** (ryba)

### *Druhoohory – geologický vývoj, významné organismy*

- rozdělení Pangey na **Laureásii a Gondwanu**
- éra **plazů**, začínají bezprostředně po hromadném vymírání na konci permu -> vyhynula více než polovina druhů a 95% rodů
- během druhohor se Pangea rozpadala, desky světadílů se **oddalovaly** – nesrážely se -> nedošlo ke vzniku pohoří – **vznik nových oceánů** (Atlantský)
- **na konci druhohor kontinenty v druhohorách vypadají už podobně jako dnes**, ale nejsou na stejném místě (Indický subkontinent, Austrálie a Antarktida)

### Tři období: trias, jura a křída

koncem křída – **bloky Afriky a Euroasie se přibližují** a začínají uzavírat **rozlehlé moře zvané Tethys**

⇒ **z jeho usazenin – Alpy, Karpaty, Kavkaz** – rozprostíralo se v **rovníkové oblasti**, velmi přirozené pro **rozvoj drobných živočichů** – vznik **největších ložisek ropy** na světě (hlavně **Blízký východ**)

- Křída – začíná **alpínské vrásnění** - vznik mladých **pásemných pohoří** (Alpy, Karpaty, Kavkaz, **Himaláje, Kordiléry, Andy**) a **rozsáhlých plošin**
- rozloha kontinentů příznivá pro **rozvoj velkých býložravců**
- **nové formy plazů v Triasu**

### živočichové:

**měkkýši** - především **hlavonožci** (vůdčí zkameněliny **amoniti** – draví, koncem křída vymřeli; **belemniti** – podobní sépiím, v křídě vymřeli), **lilijice, obojživelníci, krabi**

**Ryby: kostnaté** ryby (jako většina dnešních), výhoda: **vylepšená čelist** => účinnější lov, **změna ve společenstvech** mořského dna i u volně plovoucích živočichů

### Plazi

#### **Dinosauři**

- obsazují společenstva na 100 miliónů let, jsou nejvýznamnějšími živočichy
- **příznivé teplé podnebí**, možnost **šíření**, až 40 m, 100 tun, **dravé formy spíše menší**
- **důkazy** o jejich výskytu v ČR až v 90. letech 20. století – **stopa dinosaura v triasových pískovcích**
- **pterosauři – létají, plesiosauři – v mořích**

Také se vyskytují želvy, **krokodýlové a létající plazi**

**Savci**: vyvinuli se **ze savcovitých plazů v triasu** (noční, drobné formy), **podmínky pro vznik vytvořily rostliny, nahradili plazy** po katastrofě na konci éry

**Ptáci**: jejich **vývojová linie se oddělila v juře** od jedné skupiny dinosaurů, jsou **přímými potomky dinosaurů, prapták Archeopterix** (jeho fylogenetický význam je velmi sporný)

**Rostlinstvo**: **Plavuně, přesličky a kapradiny** pouze jako byliny; **převládají nahosemenné rostliny** (hlavně **cykasy a jehličnany**), počátkem křída **rychlý rozvoj krytosemenných** (kvetoucích, jednoděložných a



dvouděložných) – **díky hmyzu** (blanokřídlí) – opylení, **důsledkem vznik nových prostředí** -> **podmínky pro rozvoj savců**

Koncem křídly **vymírání** – vymřeli **všichni dinosauři** a mnoho dalších druhů, různé hypotézy (**vymírání velkých plavuní, přesliček a kapradin**, které **byly jejich hlavní potravou** (býložravých) – následně umírají masožraví, ochlazování a celková **změna klimatu, srážka s meteoritem** atd.)

### *Třetihory – geologický vývoj, významné organismy*

Třetihory a čtvrtohory jsou dohromady **kenozoikum věk savců**

počátek třetihor

- téměř všude **pralesní vegetace**, velmi **teplé podnebí** a rovnoměrné **srážky**
- v hustých pralesech – **drobné formy savců**
- později se klima ještě oteplilo, ale srážky se staly méně vyrovnanými -> prostor pro **rozvoj větších savců**

uprostřed třetihor

- výrazné **ochlazení a vysušení klimatu** – **díky vzniku velkých pohoří** (na vrcholcích hor ochlazování vzdušných mas, za hřbety srážkové stíny)
- vrásnění: **alpínsko – himálájské**
- severní a jižní provincie
- vzniká **nový typ vegetace: stepi a savany – rozvoj většiny velkých savců**
- pokračuje **vývoj krytosemenných rostlin** – palmy, fikusy, magnólie, vrby, topoly, břízy, olše, duby, javory
- velké změny v **uspořádání pevnin a oceánů** – pokračovalo **oddělování světadílů, osamostatnila se Antarktida a Austrálie, Indie se spojila s Euroasií**
- **srážky litosférických desek => alpínsko – himálájské vrásnění**
- silná **sopečná činnost** – na některých místech stále přetrvává, zasáhla ve třetihorách **Český masiv**
- **vyvřeliny a usazeniny** na mnoha místech – někdy zcela zpevněné, často neúplně zpevněné (jíly až jílovce), i nezpevněné (písky a jíly), mnoho usazenin třetihorního stáří
- **pozůstatky pralesní vegetace -> sloje hnědého uhlí, často také usazeniny zdrojem ropy a zemního plynu, jantar – ztuhlá pryskyřice**
- **Čechy – souš, Morava na dně moře – písčité pobřeží po ústupu moře**

živočichové

- výrazná **změna života na souši** – hromadné **vymření dinosaurů** dalo prostor pro **vývoj savců**
- **rozšíření ptáků**
- další **vývoj hmyzu** – díky novým způsobům opylování, stal se **nejpočetnější skupinou**
- **mořské ekosystémy se už výrazně nezměnily** – převládly **organismy, které známé dnes – kostnaté ryby, plži, mlži, korály a řasy**
- Plazi – **želvy, krokodýlové, hadi, ještěři**
- Obojživelníci – **čolci, mloci, žáby**

vývoj savců

- jeho průběh **podmíněn změnami podnebí, rozmístění kontinentů** (změna typu vegetace a možnost stěhování skupin mezi kontinenty)
- čtyři období velkých vývojových radiací (jura, křída, paleocén až eocén, miocén), která jsou spojena s obdobími velkých paleogeografických změn
- **hmyzožravci, hlodavci, primáti, kytovci, netopýři, vačnatci**



- v Austrálii převládá i **dnes starobylá skupina savců – vačnatců**; do Austrálie dorazili letouni a hlodavci, dokonce na počátku třetihor žil v Austrálii primitivní kopytník, který **přešel po existujícím pevninském spojení z J Ameriky přes Antarktidu** – stejným způsobem se do Austrálie dostali vačnatci

### Čtvrtohory – geologický význam, významné organismy, vývoj člověka

- 2 miliónu let -> současnost, **krátký časový úsek, jsou obdobím vývoje člověka, střídání glaciálu (doba ledová) a interglaciálu (doba meziledová)**
- **dvě období: pleistocén** (do konce poslední doby ledové), **holocén** (poslední poledové období)
- nejznámějším živočichem ledových dob = **MAMUT**, jejich kosti nalezeny na mnoha místech Čech a Moravy, na Sibiři i v ledu zamrzlí se zanechanými měkkými částmi svých těl

#### Pleistocén:

po celé třetihory se **snížovala teplota** na zemi, před 7 milióny let se podnebí na Antarktidě tak ochladilo, že sněhové srážky nestačily v létě roztát -> začal vznikat **ledový štít**

#### pevninský ledovec

- od jeho povrchu se **většina slunečního záření odrazila** zpět do vesmíru – další **ochlazování**
- postupně se ledový štít utvořil, **na severní polokouli** – Skandinávie a S Amerika
- jeho **malá část** – **Grónský ledovec**
- poměrně pravidelné **střídání** dob ledových a meziledových způsobeno **periodickými změnami oslunění Země**
- za posledních milión let asi 10 ledových dob (odhad), teplá období srovnatelná se současností (některá i teplejší), v jeskynních Českého a Moravského krasu lze najít kosti lvů a hyen (jiné druhy než dnes)
- v dobách ledových sahal **pevninský ledovec až do střední Evropy** (i severní okraj ČR), **nárůst ledovců => úbytek vody v oceánu – mořská hladina klesla** asi o 120 m -> v ledových dobách zcela vynořena **souš Beringova průlivu – „pevninský most“ – přechod mezi Asií a Amerikou**
- suché a chladné **tundry a stepi** v glaciálu obývali mimo jiné **mamuti, srstnatí nosorožci, polární lišky, lumíci, soby**
- další savci - **jeskynní lev, jeskynní medvěd a jeskynní hyena, kamzík, kozorožec, první praví sloni, jednoprstí koně, antilopy, kočkovité šelmy, gepardi**
- **Migrace** – míšení druhů, vertikálně i horizontálně
- rostly zde: **mechy, lišejníky, a „trpasličí“ vrby**
- podnebí srovnatelné s obdobím glaciálu (chladné sucho, velké sezónní výkyvy) – **dnes pouze v Tibetu**
- pozůstatky dřívějšího většího rozšíření organismů v glaciálu – tzv. **glaciální relikty: žábřonožka severská (Tatry), ostružník moruška, kleč**

#### Holocén

- **vymírá „mamutová fauna“**, nahrazena **teplomilnou lesní faunou, rozvoj lidské společnosti**

#### Čtvrtohorní usazeniny

- např. v **říčních terasách** (vznikly v dobách meziledových), podobně terasy, **u moře** (jeho hladina vlivem narůstání a ubývání ledu kolísala)
- významné usazeniny: **ledovcové morény a spraše** (vznik v glaciálu, vrstvy jemného prachu vzniklého drcením hornin v ledu v předpolí ledovců)
- **samotný led** – studiem vrstviček v ledovcích Antarktidy a Grónsky získáváme informace o vývoji podnebí
- vznikly **současné půdní profily**

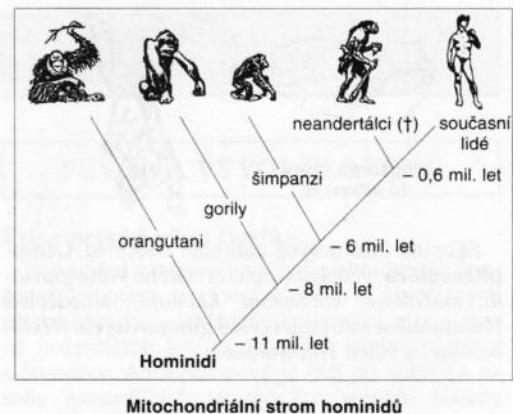
- během čtvrtohor do své poslední fáze dospěl vývojový proces, který začal u primitivních primátů v paleocénu a který ze současného pohledu vyvrcholil vznikem „moderního“ člověka - **Homo sapiens - asi před 200 000 lety**

## Antropogeneze

- Nejsou jednotné názory, poznatky nejsou celistvé (rozstříhaný film), **nejistota** v časových posloupnostech, často záleží na interpretaci nálezů
- Názory na vznik člověka:
  - o Kreacionismus – Adam a Eva
  - o Lamarckismus – myšlenka **evoluce** – zastává názor, že **změna vnějšího prostředí** vede v organismu **ke vzniku nových vlastností, které se dědí**
  - o Darwinismus
    - hlavními faktory vývoje jsou přírodní výběr a boj o existenci – v boji o existenci, v důsledku působení podmínek vnějšího prostředí – ze živých organismů zůstávají naživu a dávají potomstvo pouze jedinci nejvíce přizpůsobení
    - ve svém díle „O původu člověka“ předpokládal společného předka primátů a člověka, ale neměl pro to důkaz

## První primáti a hominidi

- Zařazení člověka do systému
  - o Kmen *Strunatci (Chordata)* – podkmen *Obratlovci (Vertebrata)* – třída *Savci (Mammalia)* – řád *Nehetnatci (Primates)* – druhý podřád jsou poloopice) – podřád vyšší *primáti (Anthropoidea)* – skupina *úzkonosí (Cantharrhini)* – nadčeď *Hominoidea* (dělí se na čeďgibonovití a hominidi) – čeď *Hominidae* – podčeď *Homininae (Hominidae)* – dělí se na gorily a hominini, mezi ty pak patří šimpanzi, *Australopithecus*, *Paranthropus* a lidé)
- klíčové prostředí pro vývoj primátů byly **pralesy**, kde žili **ve větvích stromů** – **nebyli ohrožováni predátory + hojnost potravy**
- **první primáti** – vyvinuli se **z hmyzožravců** před 90-65 mil. lety (období **křídý**) → *Purgatorius* - nejprimitivnější primát, podobný svým předkům – hmyzožravcům
- cca před 55 – 50 miliony lety ve **třetíhorách** → první **moderní primáti - poloopice (Prosimiae)** – v Severní Americe a Evropě → okolo 35 mil. let nazpět se z poloopic vyvíjejí vyšší primáti – **opice (Simiae)** - *ploskonosí* a *úzkonosí* → **pokrok od lidoopů k úzkonosým opicím** začal s **požíváním masa** (tím i bílkovin), **více energie** proti vegetariánským druhům, mají pak **více času** (nemusí stále jíst)
- Ploskonosí - opice Nového světa – Jižní Amerika
  - o **býložravci, chápavý ocas**, vyspělý **sociální život**
  - o **kosman, malpa, vřešťan, chápan**
  - o **stromové, nozdry se otevírají do boku** – široká nosní přepážka
- Úzkonosí – opice Starého světa – tropy Asie a Afriky
  - o **nemají chápavý ocas, stereoskopické vidění**, trvalý chrup má **32 zubů**, na prstech mají **nehty**, samice mají **menstruační cyklus**
  - o **pavián, kočkodan, makak, lidoopí, lidé**
  - o **nozdry se otevírají směrem dolů** (jsou u sebe), úzká nosní přepážka
- před 30 miliony lety (třetíhory) se od úzkonosých oddělila větev **Hominidae**, nejpozději se oddělily šimpanzi (před 6 miliony let) a **Homo** se objevuje **před 2-3 miliony let**
- *Aegyptopithecus zeuxis*
  - o společný **předek lidoopů** (giboni, orangutani, šimpanzi) i **lidí**



- pohyb **po 4, šplh**, měl **ocas, obličej tlamovitě protažený, pohlavní dimorfismus** (u opic není vyvinutý), **všežravec**
- na dolních stoličkách **dryopithekový vzor** – rýha v podobě ležatého Y mezi 5 hrboly (hominoidní chrup) – **odlišuje hominoidy** od ostatních primátů
- Vývojová linie ke gibbonům → *Hylobatidae*
  - od společného předka lidoopů a lidí se oddělují giboni
  - dochází k **brachiaci** – prodloužení přední končetiny (brachiace- pohyb formou **ručkování** po větvích), mají **malý velký sval hýžd'ový** → nesnadno se jim stojí
  - *Proconsul africanus*
    - **předstupeň Australopithecina** - směs primitivních a hominoidních znaků, vzhled paviána, na dolních stoličkách **dryopithekový vzor** (hominoidní chrup), **mohutné špičáky, úzké čelisti, býložravec, kvadrupední** – ve větvích stromů, zkrácený nebo **chybějící ocas, pohlavní dimorfismus**
    - východní Afrika, žil před 22-14 miliony lety
  - *Dryopithecus fontani*
    - žil před 19- 12 miliony lety
    - žili v tlupách se **složitou sociální strukturou**
- Vývojová linie k orangutanům
  - před 11 miliony lety se oddělila větev orangutanů od větve Homininae
- Linie k člověku → čeleď Hominidae
  - **vývoj mozkovny – zvětšování lebeční klenby (zvětšení mozkové kůry a gyrifikace), posun týlního otvoru, klesá význam čichu, snižuje se počet zubů (až na 32 u člověka) a mění se i jejich tvar (zmenšují se špičáky)**
  - **vzpřimování postavy** (výhoda v otevřeném terénu **savan**) – asi před 8-5 mil lety → uvolnění předních končetin → Vývojová linie ke gorilám (kvadrupední)
  - díky hojnosti potravy → zřejmě se začala **zvyšovat jejich hmotnost** a tak začali mezi stromy přecházet a skákat → **příprava na bipedii**
  - před 4.9 miliony let – silná tektonická činnost v Africe → vzniká horský hřeben, který rozdělil Afriku a tím i populaci stromových primátů – došlo k **oddělení budoucích šimpanzů (Z) od člověka (V)** → došlo ke změně prostředí – na **východě Afriky je sucho** (hory zadrž srážky), **mizí pralesy**, vznik **savan** → **nutnost bipedie**
  - **palec v opozici** proti ostatním prstům (okolo konce oligocénu), **redukce ocasu** (zbyla kostrč), ztráta chápavé schopnosti zadní nohy → **klenba nohy** (měkká chůze)
  - *Australopithecus (Australis – jižní; pithekos – opice)*
    - cca před 5 miliony let
    - **bipedie** – nastartování procesu hominizace
    - 120-140 cm, 35-45 kg, bipední (pozor – bipedie a rozvoj mozku asi neprobíhal souběžně), důležité pro následný rozvoj mozku, výrazná bederní lordóza, **pohlavní dimorfismus**
    - lebka - objem lebky 300-600 cm<sup>3</sup> (průměrně 450 cm<sup>3</sup> – jako šimpanz), temenní hřeben, týlní otvor posunut dopředu, **dolní čelist bez brady, zubní oblouk parabolický**, řezáky a špičáky relativně malé a bez mezer
    - život v **otevřeném prostoru - hrozba predátorů** – jedinci neobstáli, ale **koordinující tlupa** dokázala s užitím klacků a kamenů levharta či šavlozubého tygra zahnat
    - **zpracování a vědomé užití nástrojů** - kámen, kosti, parohy, zuby
    - v době před 2 miliony let obývalo Afriku několik druhů hominidů:
      - *Australopithecus afarensis* - nález Lucy v roce 1945 (jméno podle písně Beatles Lucy in the sky with a diamonds) → možná se z něho vyvinul **Homo habilis**
        - před 3,6-2,6 miliony lety

- *Australopithecus africanus* – také možný kandidát na předchůdce *Homo habilis* - jiní zase o australopitécích obecně hovoří jako o slepé větvi

## - Rod *Homo*

- člověk se vyvíjel v rozsáhlém areálu **náhorních plošin a pahorkatin v krajině lesů a lesostepí v blízkosti vodních toků a jezer (dostatek potravy)**
- Člověk zručný (*Homo habilis*)
  - žil před 1.7-1.9 mil lety
  - 120 cm, 40 kg, **bipední, zaoblenější lebka, mohutné nadočnicové oblouky**, plošší stoličky, zhotovoval **kamenné nástroje, všežravec**
  - objem lebky 600- 750 cm<sup>3</sup>
  - výskyt souběžně s Australopitékem, možná soupeří o potravu, možná i migruje na jiné světadíly (bez důkazů)
  - nález – rokle Olduvai (Afrika) – L. Leakey (1959)
- Člověk dělný (*Homo ergaster*)
  - vývojově původnější forma *erecta*, z něj možná *sapiens*
  - Začíná **proces sapientace**
  - Žil před 1.65 – 1.9 mil lety v Africe
  - **pokročilejší stavba chrupu**, mozkovna 700-800 cm<sup>3</sup>
- Člověk vzpřímený (*Homo erectus*)
  - žil před 1.5 mil.-350tis. lety v **pleistocénu** (starší období čtvrtohor)
  - byl široce rozšířený, ostatky se našli na různých místech v Africe, Evropě, Asii
  - 170 cm, 48-68 kg, plošší čelo, **čili vydává se na cestu kolem světa**
  - **mohutné nadočnicové oblouky**, silné vystupující čelisti, chrup
  - **kolektivní lov, primitivní komunikace, kamenné a kostěné nástroje, oheň**
  - mozkovna 1000- 1200 cm<sup>3</sup>
  - *Homo erectus erectus* – původní, jávský člověk, vzpřímený
  - *H. e. pekinensis* – hojný, u Pekingu, asi nejvyspělejší ze všech druhů *Homo erectus*
  - *H. e. heidelbergensis* – Německo
  - *H. e. paleohungaricus* – Maďarsko
  - *H. e. capensis* – j. Afr.
- Člověk rozumný (*Homo sapiens*)
  - evoluční přechod od druhu *Homo erectus* k *Homo sapiens* se udál díky velké migraci lidských populací → vzájemné míšení na velkém území
  - →**sapientace – rozvoj rozumových schopností, abstraktní myšlení a řeč, organizovaná lidská společnost, výroba a kultura**, objem lebky 1200-1600cm<sup>3</sup>
  - několik vývojových linií:
    - *Anteandrtálec* (*H. sapiens steinheimensis*)
      - patří k nejstarším z *Homo sapiens* - žil před 200-250 tisíci lety
      - **drobná postava, úzká vysoká mozkovna, mohutné nadočnicové oblouky, těžká spodní čelist s ustupující bradou**
      - mozkovna 1100-1300cm<sup>3</sup> → přechod mezi člověkem vzpřímeným a rozumným
      - **sběrači a lovci, žili v nepříliš početných tlupách, nástroje a zbraně**
      - Německo (Steinheim)
    - *Protoneandrtálec* (*H. sapiens aeniensis*)
      - časný neandrtálec, mírné klima (meziledové doby)
      - žil 150-120 tis. lety
      - nejspíše **spojovací článek** mezi neandertálci a vyspělejšími formami člověka

- Klasický neandrtálec (*H. sapiens neanderthalensis*)
  - žili před 150-25 tisíci lety
  - **současník *Homo sapiens sapiens*, vzájemně se obohacovali, ale *Homo sapiens neanderthalis* je slepá vývojová linie**
  - 160-170 cm, **mohutná postava** s mohutně vyvinutým svalstvem, **mírně nachýlená dopředu (šavlovitě prohnuté femury), nízké čelo, silné nadočnicové oblouky, široké nosní otvory neměl bradu, nebyl schopen plynulých artikulačních zvuků**
  - mozkovna 1500-1600 cm<sup>3</sup>
  - byli výborně přizpůsobeni pro drsné klima poslední doby
  - **nástroje, lovci, tlupy, jeskyně, znali oheň, systém rituálů a kultů, hroby, psi**
  - **vymírají s ústupem doby ledové a pod tlakem specializovaných forem**
- Člověk předvěký (*H. sapiens sapiens*)
  - vznik před 40-35 tisíci lety v Africe
  - kosterní nálezy pocházejí převážně z oblasti **Blízkého východu, hlavně Palestina**
  - 106-175 cm, mozkovna je stejně velká jako u dnešního člověka
  - **lebka kulatější a zaoblenější, nadočnicový oblouk málo vyvinutý, spodní čelist s bradovým výběžkem**
  - psychické schopnosti – **sebeuvědomování, řeč**
  - **lovil organizovaně, pohřbíval mrtvé, stavěl primitivní obydlí, zachovali se po něm sošky a jeskyní malby- sloužící ke kultovním a magickým účelům, chov zvířat**
  - **nástěnné obrazy- Altamira ve Španělsku, Lascaux ve Francii**
  - u nás naleziště Dolní Věstonice a Předmostí u Přerova
- Dvě teorie vzniku moderního člověka:
  - **Multicentrická** – populace moderního *Homo sapiens* vznikly z archaického *Homo sapiens* nezávisle na sobě na několika místech světa (výsledek křížení, H.s. H.e. a H.n.)
  - **Monocentrická** – lépe odpovídá současným poznatkům (analýza DNA, mt.DNA – teorie mitochondriální Evy – všichni současní příslušníci H.s. jsou potomci malé populace žijící na území Afriky cca před 200 000 lety)

### Hominizace

- tzv. polidštění, je proces specifických změn v evoluci čeledi Hominidae
- Lebka
  - je orientovaná více vertikálně, **zvětšuje se mozek a tím i klenutí lebky**
    - a) máme výrazně **větší mozkovnu než obličejovou část** →rozvoj mozku
    - b) lebka je **kulatá** (lidoopi ji mají prodlouženou)
    - b) velký **týlní otvor směřuje svisle dolů**
    - c) **čelist má tvar paraboly** (u savců je více protáhlá)
    - d) **redukce zubů**, špičák nepřechází přes rty
    - e) **vyčnívající brada** –úpon svalů umožňující artikulovanou řeč
    - f) **oči- binokulární vidění** (obě oči jsou používány společně - to umožňuje zachytit i malý objekt a prostorové vidění), **mizí nadočnicové oblouky, bělmo**
    - g) **masité rty**
    - h) ucho- **zavinul se ušní boltec** →vzniká **ušní lalůček**
    - i) **zkrácení nosních dutin**, čich jako smysl ustoupil, zato má člověk nosní kosti
    - j) člověk nemá sagitální hřeben

- Páteř a hrudník
  - a) **dvojesovitě prohnutá** (při pohybu se neotřásá mozek), vzpřímená postava
  - b) **kost křížová tvoří s pávní jednotný celek** a chybí ocasní část
  - c) **předozaďní oploštění** - hrudník je zezadu a zepředu zploštělý, což umožnilo dobrou rotaci v ramenním kloubu
  - d) **Horní končetina kratší než u lidoopů, palec delší, takže jemnější motorika** (umíme „špetku“)
- Dolní končetina
  - a) **bipedie** → **vzpřímená postava** (také uvolnění rukou a rozhled)
  - b) **prodloužení a narovnění femuru**
  - c) **pánev je rozšířena** → přenáší váhu vnitřních orgánů
  - d) **nožní klenba** (podélná i příčná)- zesiluje se kost patní
  - e) **palec už není v opozici**
- Sociální změny a chování
  - a) **sdružování** ve společnosti
  - b) změna **pudového chování na uvědomělé**
  - c) **systematické a opakované používání předmětů** jako nástrojů
  - d) **řeč**

### Sapientace

- proces, při kterém dochází ke **zvětšování mozku a povrchu šedé kůry mozkové** → díky tomu dochází k **vývoji typických lidských znaků (řeč, vytvoření druhotné signální soustavy)** → schopnost pracovat s **abstraktními pojmy**

### Podotázky

- 1) Vznik vesmíru, Sluneční soustavy a Země, stavba Země
- 2) Teorie o vzniku života, chemická a biologická evoluce
- 3) Vůdčí zkameněliny
- 4) Přehled geologických etap a period
- 5) Prahory a starohory – geologický vývoj, významné organismy
- 6) Prvohory a druhohory - geologický vývoj, významné organismy
- 7) Třetihory a čtvrtohory - geologický vývoj, významné organismy
- 8) První primáti a hominidi
- 9) Hominizace
- 10) Sapientace

### Pojmy

**stratigrafie** – geologická vědní disciplína, která sleduje zejména sledy sedimentárních vrstev, jejich vztahy a stáří; stáří určité jednotky se dá vyjádřit absolutně tzv. číselným údajem v milionech let (stanovuje se radiometrickými metodami), anebo relativně – podle pravidla, že starší vrstvy jsou překryty mladšími; zákon superpozice) a že stejně staré vrstvy obsahují stejně společenstvo fosilií (zákon stejným zkamenělin)

**amoniti** - jsou velmi rozsáhlou skupinou vyhynulých hlavonožců, žijících v období siluru až konce křídý

**Pangea** – prakontinent, kontinenty dnešního dne v jednom celku

**Glaciální** (ledovcové) **relikty** (pozůstatky) - jsou druhy organismů, které na našem území zůstaly po pevninském zalednění (teoreticky by u nás vlastně neměly žít, „přinesl“ je ledovec)

**Radiokarbonová metoda** – přímá metoda určování stáří daného vzorku pomocí zkoumání obsahu radioaktivního uhlíku

**Hominidi** – (*Hominidae*)- čeleď primátů z nadčeledi (*Hominioidea*)-hominoidi, zahrnuje podčeleď *Pongia*e (Orangutani), *Homininae* (Gorily, šimpanzi, lidé)

**Neandrtálec** – slepá vývojová linie *Homo sapiens*

**Koacervátová teorie** = teorie podle Oparina – teorie, že život vznikl v mělkých vodách, kde shluky makromolekulárních látek vznikly koacerváty (neumí přenášet informace)

**atavismy** – znaky, které jsou evolucí již překonané a vymizelé, ale konkrétní znak se může znovu objevit jako výjimka

**vůdčí fosilie** - dobře rozlišitelné a poměrně snadno určitelné fosilní zbytky těch organismů, které měly velké rozšíření horizontální, geografické a velmi omezené rozšíření časové, vertikální



# MO č. 11 – Základy krystalografie, mineralogie a petrografie v souvislosti s geologickými ději

## Podotázky

- 1) Příčiny pohybu kontinentů
- 2) Tektonické děje
- 3) Sopečná činnost a zemětřesení
- 4) Magma a vyvřelé horniny
- 5) Eroze, zvětrávání a usazené horniny
- 6) Metamorfóza a přeměněné horniny
- 7) Minerály a jejich vznik
- 8) Fyzikální a chemické vlastnosti minerálů
- 9) Přehled základních skupin nerostů
- 10) Základy krystalografie

## Odborné pojmy:

- Astenosféra – plastická část svrchního pláště, po které se pohybují litosférické desky
- subdukční zóna – zóna, kde se podsouvá jedna litosférická deska pod druhou
- kontinentální drift – pohyb kontinentů
- ostrovní oblouk – vznik v oblasti subdukčních zón – lehčí kontinentální kůra je nadzvedávána nad oceánskou kůru
- příkopová propadlina = prolom – střední kra se propadá podél zlomných ploch
- Richterova stupnice – stupnice síly otřesů – 8 základních stupňů, jednotka magnitudo
- Moréna - nánosy úlomků hornin tvořící valy v místech, kde ledovec odtává – boční a čelní (tlačí je před sebou)
- meandry – zákruty řek vytvořené erozí
- horninový cyklus – neustálá přeměna hornin
- Mohsova stupnice tvrdosti – stupnice tvrdosti minerálů

## Geologie jako věda

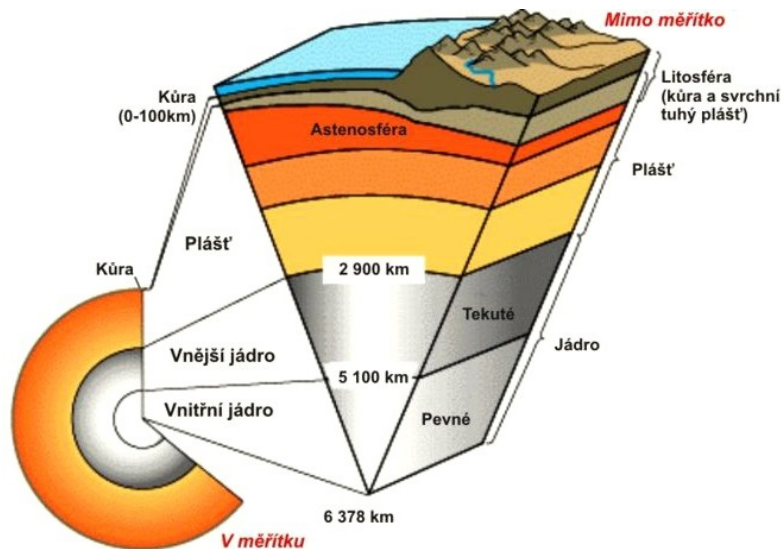
- geologie = věda o Zemi a neživé přírodě, studuje Zemi jako celek (vznik, struktura, složení, vývoj...) → různá odvětví

| Věda                              | Zaměření  |
|-----------------------------------|---|
| Mineralogie                       | - nerosty = minerály = stejnorodá přírodnina, jejíž složení se dá vyjádřit chemickým vzorcem – základní stavební jednotka neživé přírody<br>-zabývá se chemickým složením, vnitřní stavbou, vlastnostmi a změnami nerostů při procesech probíhajících v hlubinách Země i na zemském povrchu |
| Ložisková geologie                | -vyhledávání a využití nerostných surovin   |
| Petrografie (= Petrologie)        | - horniny = nestejnorodé útvary, které se skládají z minerálů<br>-popisem, minerálním a chemickým složením a způsobem vzniku hornin   |
| Fyzická geografie                 | -současným stavem zemského povrchu s přihlédnutím ke geologickým procesům   |
| Geochemie                         | - chemické složení Země (historické i současné)   |
| Strukturální geologie a geofyzika | - stavba Země   |
| Hydrologie                        | -koloběh vody v zemské kůře, vyhledávání pitné vody   |
| Tektonika                         | - deformace zemské kůry   |
| Seizmika                          | - zemětřesení   |
| Vulkanologie                      | - sopečná činnost   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Stratigrafie                       | - usazené vrstvy  |
| Pedologie                          | - půda  |
| Fyzikální geologie, geomorfologie  | - procesy utvářející Zemi   |
| Historická geologie, paleontologie | - vývoj života na Zemi – opírá se o nálezy zachovalých zbytků organismů usazených v horninách |
| Geofyzika                          | - fyzikální vlastnosti hornin   |

## Stavba Země (též otázka č. 10)

- Země tvořena **vrstvami** → rozdílné fyzikální vlastnosti, vzájemně odděleny plochami = **diskontinuita**
- studium vrstev na základě **měření rychlosti seizmických vln**
- poloměr Země – **6 378 km**



### □ Jádro

- tloušťka cca **3 500 km** → sahá za polovinu poloměru
- dělení: vnitřní, přechodné pásmo, vnější
- vnitřní jádro (jadérko) – **pevné**; homogenní; složení **Fe, Ni**; teplota  $4700^{\circ}\text{C}$
- přechodná zóna – plastický stav, tekutá
- vnější jádro – v **tekutém** stavu; homogenní; složení **Fe, Ni, S, Si, Co, O<sub>2</sub>**; vytváří elektrické a magnetické pole Země (pevné jádro se točí rychleji než tekutý obal)

### □ Plášť

- obklopuje zemské jádro; tloušťka **2 850 km**, kolísá podle tloušťky zemské kůry
- složení nestejnorodé → 3 vrstvy různých fyzikálních vlastností
- spodní (vnitřní) plášť – navazuje na jádro, složení podobné **meteoritům**
- střední plášť – z této vrstvy pocházejí zemětřesení s nejhlubšími ohnisky  
- složení – **sulfidy železa, hořčíku + jejich oxidy**
- svrchní plášť – nejsvrchnější část svrchního pláště spolu se zemskou kůrou tvoří **litosféru** = křehká,

pevná vrstva, rozlámaná na litosférické desky, mocnost 60 – 150 km; nejmocnější je pod kontinenty, nejslabší pod oceány

- litosféra leží (a pluje) na **astenosféře** = plastická vrstva, v níž dochází k tavení hornin
- do svrchního pláště zasahují zlomy zemské kůry, mohou v něm vznikat magmatické krby
- mezi pláštěm a kůrou je tzv. **Mohorovičičovo rozhraní** – skokové zrychlení seizmických vln

### □ Kůra

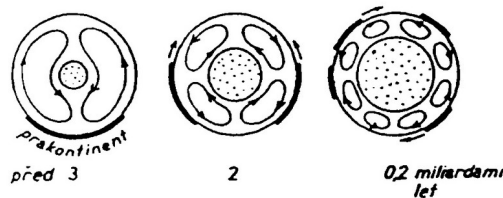
- nejsvrchnější vrstva, **pevná**
- tvořena horninami, 2 základní vrstvy
  - ← **spodní čedičová (bazaltová)** – složení: metamorfované horniny, čediče, gabra, diority
  - ← **svrchní žulová (granitová)** – složení: metamorfované horniny, andezity, čediče, ruly
- nejsvrchnější vrstvou zemské kůry je **sedimentární** (usazeninová) pokrývka (desítky až stovky metrů) → jíly, pískovce, vápence
- rozložení základních vrstev různé → kontinentální a oceánská kůra
- oceánská kůra – tvořena pouze **čedičovou vrstvou** (nebo je granitová vrstva velmi tenká); větší hustota; cca 70% povrchu; šířka 6-7 km
- kontinentální (pevninská) kůra – na tvorbě se podílí **čedičová i granitová vrstva**; menší hustota, ale větší šířka než oceánská kůra → vystupuje nad hladinu oceánu

## Příčiny pohybu kontinentů

- pohyb kontinentů (= *kontinentální drift*) objeven na základě nálezů stejných zkamenělin na různých kontinentech → existence pra-kontinentu (pangey), který se rozdělil
- *kontinent* – část litosférické desky o velké rozloze vyčnívající nad hladinu oceánu
- litosféra se pohybuje po tekuté astenosféře svrchního pláště
- příčinou pohybu jsou tzv. *konvekční proudy* = tepelné proudění vznikající ve svrchním plášti, horké spodní vrstvy stoupají k povrchu, kde se ochlazují, což je vrací zpět dolů



- vznik více kontinentů - důsledkem silnějších konvekčních proudů
  - proudy vznikly při ochlazení pláště po vzniku Země, z počátku byly tyto proudy jen dva → jeden spojený kontinent
  - po vzniku dalších proudů rostle pevninská i oceánská kůra (proudů vynáší ze zemského nitra lehčí prvky a hromadí je na povrchu)
  - zanikající konvekční proud vytváří pod povrchem tahová napětí → roztržení, rozpad a stěhování bloků prvotního kontinentu



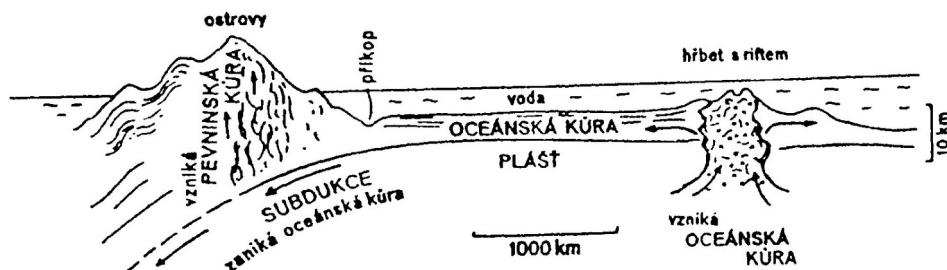
## ● Procesy na rozhraní tektonických desek v důsledku jejich pohybu

- tyto procesy studuje desková tektonika
- seizmická aktivita (*viz dále*), vznik a zánik oceánské kůry
- mezi deskami 3 typy rozhraní:

- 1) divergentní – desky se rozestupují → riftové zóny (též zóny akrece)
  - plocha a objem desek se zvětšuje
  - tvoří se oceánská kůra (v mezeře mezi deskami dochází k výlevu bazaltových láv)
  - seismicky aktivní, silná vulkanická činnost

2) konvergentní – desky se pohybují proti sobě

- nejčastěji na místech styku lehčí kontinentální a těžší oceánské kůry, oceánská kůra se zabořuje do astenosféry - subdukční zóny
- části desky jsou roztaveny a pohlceny, oceánská kůra zaniká
- vznikají *hlubokomořské příkopy a ostrovní oblouky* (kontinentální kůra se v subdukční zóně klene nad hladinu; např. Japonské souostroví)
- seizmická aktivita (podsouvání není plynulé – hromadí se napětí) a vulkanická činnost



3) transformní – desky se vůči sobě posouvají

- jejich objem se nemění

– když na sebe narazí stěhující se kontinenty, vyvrásní sedimentární pokrývku mořského dna → vznik pásemných pohoří

## Mapa litosférických desek



## Energetická bilance Země

- Geologické procesy mají 3 hlavní zdroje energie:

- 1) sluneční záření
- 2) radioaktivní rozpad U, Th, **K** a jiných prvků
- 3) zbytkové teplo z raného stádia vývoje Země

**Geologické děje:**

- a) vnitřní = endogenní

- vyvolané vnitřní teplotou a energií Země
- důsledky – zemětřesení, vulkanismus, tsunami, tektonické děje – ale ne vždy je příčinou těchto dějů endogenní energie!!!

b) vnější = exogenní

- vyvolané slunečním zářením a zemskou gravitací

## Tektonické děje

– tektonika = oblast geologie, zabývající se studiem strukturní stavby zemské kůry a zkoumáním jejich deformací

– deformace se dělí do dvou základních kategorií:

### a) křehké deformace

- probíhají za menších teplot a tlaků než druhý typ deformací
- v důsledku vznikají zlomy a pukliny
- horninový masiv pod zátěží praská

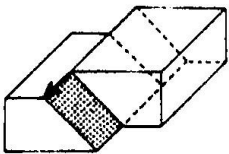
### b) plastické deformace

- při vzniku působí vyšší tlak a teplota
- vzniká vrásnění
- horninový masiv se pod zátěží ohýbá

### ad. a) Křehké deformace

- praskání vzniká při překročení vnitřní soudržnosti horniny, a pokud vznikne prostor pro objemové změny horniny
- na vzniku zlomů se rovněž podílí rozdíl dvou nestejně velkých napětí
- typy zlomů:

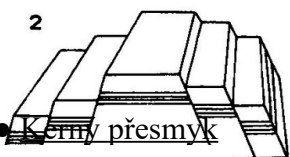
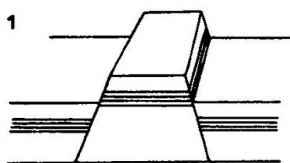
#### ● Horizontální posun



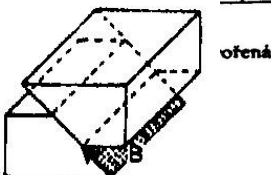
- systémy se posouvají horizontálně

#### ● Hrást'

- dva a více poklesů
- pokles okolních ker oproti jedné prostřední nebo vyzdvižení střední kry podél zlomových ploch



#### ● Kerový přesmyk

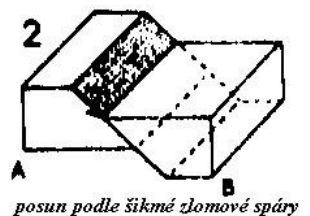
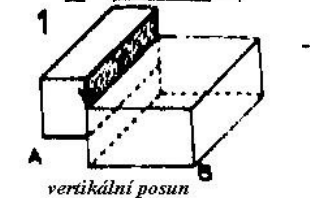
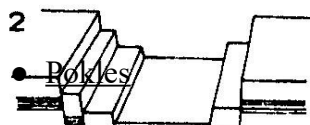
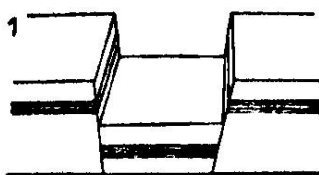


- jeden blok se nadzvedává nad druhý
- pokud je výška nadzvednuté části vyšší než síla kry v místě zlomu, jedna část překryje druhou

- nejčastější typ zlomů
- nejvyšší tlakové napětí je ve vertikálním směru
- za opak poklesu se bere „zdvih“ (jedna z ker vystupuje, ale nepřekrývá druhou)

#### ● Příkopová propadlina (= prolom)

- pokles střední kry





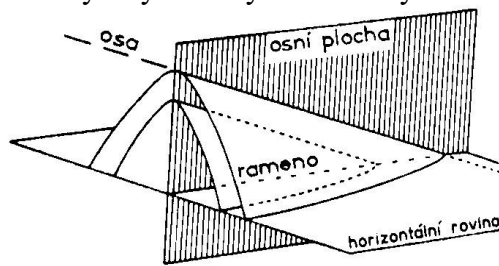
- často dochází ke kombinaci typů zlomů → nahromaděním vznikají systémy zlomů
- zlomům často předcházejí pukliny – význam pro spodní vodu, usazování nerostů, těžbu...

### ad. b) Plastické deformace

- charakteristickým rysem je vrásnění, děj probíhá za vyššího tlaku a teploty
- horninový masiv se při zátěži ohýbá → vznikají synklinály (koryta) a antiklinály (sedla)
- sedla a koryta tvoří vrásu

### Vrásy

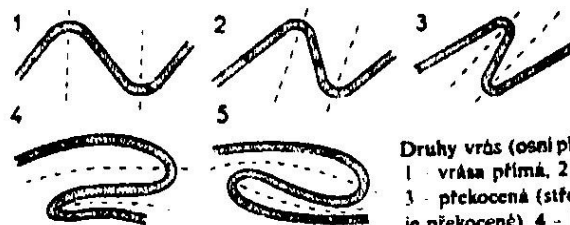
- různé typy podle tvaru, základním tvarem je sinusoida nebo vlna („vlnovité přehnutí zemské kůry“)
- vznik je nejhojnější v místech s velkou vrstevnatostí
- pokud vrásnění vzniká v místě s velkou vrstevnatostí = disharmonické vrásnění
- obecně platí – vrchol = antiklinála, prohýb = synklinála,
- úseky spojující antiklinály a synklinály = ramena vrásy
- vrcholová křivka antiklinály a synklinály = osa vrásy



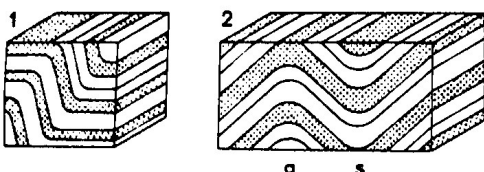
Obr. 243. Vrásu (ponožující se) a její osní plocha. Osa vrásy tvoří průsečnici osní plochy s povrchem vrásy

- podle velikosti naklonění osní roviny se rozlišují druhy vrás:

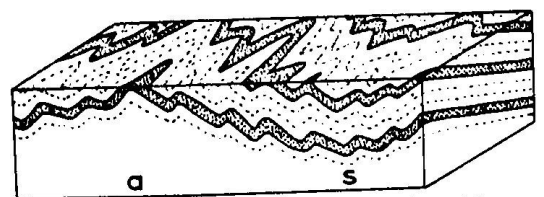
- a) přímé
- b) šikmé
- c) překocené
- d) ležaté
- e) ponořené



Druhy vrás (osní plocha čárkovaná)  
 1 - vrása přímá, 2 - šikmá,  
 3 - překocená (střední rameno je překocené), 4 - ležatá,  
 5 - ponořená



Obr. 242. Deformace vyvolané ohybem vrstev: 1 - flexura, 2 - antiklinála (a) se synklinálou (s)



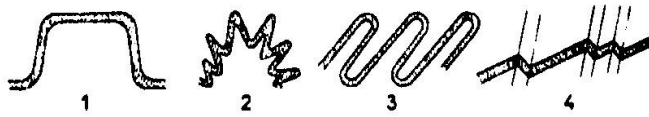
Antiklinorium (a) a synclinorium (s)

- flexura = jednoduchý ohyb vrstev

– antiklinoria a synklinoria = deformace složené z množství paralelních vrás malého poloměru

– kufrovitá vrása = po obou stranách ohraničena flexurami

– silně stlačené vrásy – vějířovité, izoklinální, zalomené



Typy vrás

1 - kufrovitá vrása, 2 - vějířovitě uspořádané vrásy, 3 - izoklinální vrásy, 4 - zalomené vrásy (na rozdíl od předchozích typů jsou zalomené vrásy jen několik centimetrů až decimetrů velké)

– diapirové (solné) vrásy = soli (nebo např. sádrovec) jsou vytlačovány, jsou lehké → pronikají skrze křížení zlomových pásem a vytvářejí kupole → nadzvedávání nadložních vrstev a vytváření složitých zlomových systémů



Různé typy diapirových vrás

– vrásový příkrov = vzniká v místě tzv. geosynklinál (dlouhodobě klesající pánve v zemské kůře, kde se hromadí sedimenty a vulkanické horniny)

– k jeho vzniku dochází při velkém bočním tlaku na vzniklou vrásu, vrása je postupně pokládána a zároveň je vytlačována její vrchní část

– v určité fázi dojde k přetržení vrásového ramene → vrásový přesmyk

– přesmyknuté rameno se dále nasouvá → příkrov, starší vrstvy se dostávají nad mladší

– takto vznikly např. Vysoké Tatry



Vznik vrásového příkrovu

## Sopečná činnost a vulkanismus

– vulkanismus = souhrn projevů sopečné činnosti → vystupování magmatu na povrch pevnin nebo na mořské dno

– kromě povrchového vulkanismu (aktivita sopečných kuželů) zahrnuje jevy jako teplé prameny, fumaroly, solfatary, moffety, bahenní sopky... (viz níže)

– magma = tavenina silikátů (nejrozšířenější skupina minerálů podobná křemenům) sklovitého vzhledu, obsahuje krystaly minerálů, magma stoupá vzhůru zemskou kůrou – utuhne pod povrchem nebo dosáhne zemského povrchu, chová se různě, v závislosti na viskozitě, po vylití na povrch se označuje jako láva, se snížením teploty tuhne

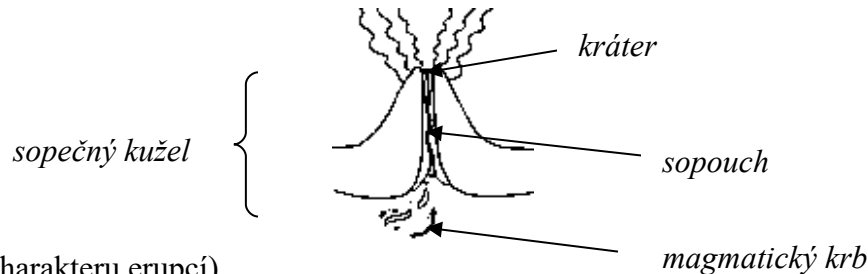
– sopka = místo, kde láva a vulkanické plyny vystupují na zemský povrch, vznik často na hranicích litosférických desek → plastické deformace, v důsledku podsouvání jedné desky pod druhou je magma pod velkým tlakem, je stlačováno → vytváří si místo k expanzi

– pyroklastika = úlomkovitý sopečný materiál vyvrhovaný z jícnu sopky, úlomky pevných hornin i neztuhlého magmatu



## Stavba sopky

- sopečný kužel z utuhlé lávy - u většiny sopek
- kráter (sopečný jícen) – nálevkovité ústí sopouchu, obklopen kuželem
- sopouch (sopečný komín) – přívodná cesta, kudy stoupá magma z nitra Země k povrchu
- magmatický krb – jádro sopky, leží pod sopečným kuželem, 5-35 km pod povrchem,
  - prostor vyplněný roztavenou horninou - magmatem, magma odtud stoupá do sopouchu



## Typy sopek (podle charakteru erupcí)

### • Explozivní (výbušné)

- po určité době klidu následuje prudká exploze, sopečné vyvrželiny (popel, prach atd.) prorazí ucpaný sopouch a pod velkým tlakem vylétávají ze sopky
- explozivní sopky:

- **maary** – nejjednodušší typ sopky, kráter leží pod úrovní zemského povrchu, chybí sopečný kužel, uvnitř často jezero; např. Jáva, Flegrejská pole u Neapole, České Středohoří
- **krátery s kruhovými nasypnými kužely** – malý kráter trychtýřovitého tvaru, leží výrazně nad zemským povrchem; např. japonská Fudžiama

### • Efuzivní (výlevné)

- klidné vylévání lávy ze sopečného jícnu
- efuzivní sopky:

- **tabulové sopky (lávové příkrovy)** - utuhlá láva rozprostřená daleko do plochy, láva v tomto případě vytéká z pukliny, ze sopouchů méně často; např. Grónsko, Faerské ostrovy, Levínské vrchy u Nové Paky
- **štítové sopky** – láva vytéká sopouchem, tvoří nízký, plochý kužel, rozsáhlá kruhová základna, velmi mírné sklony svahů; dnes tyto sopky činné jen na Havaji
- **vytlačené kupy** – na vrcholu kupy chybí kráter, láva je sopouchem vytlačována → vznik lávových jehel (utuhlý sloupec lávy na vrcholu sopky); např. sopka na ostrově Martinik

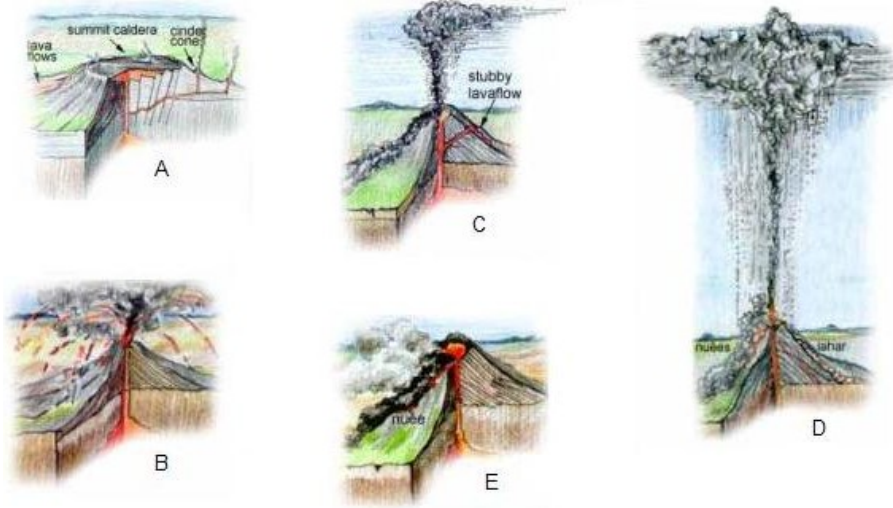
### • Stratovulkány

- tzv. sopky smíšené, kombinují explozivní a efuzivní typ erupce (klidné vytékání lávy je přerušováno explozemi)
- sopečný kužel složen z lávových proudů i sopečných vyvrženin
- kaldera = vzniká, pokud se kužel propadne do jícnu sopky nebo pokud je vrchol sopky při erupci zničen → sopečný kužel je „useknut“ a uprostřed je prohlubeň velkého průměru, u stratovulkánů častý jev
  - po vytvoření kaldery vzniká v obrovské prohlubni nový kužel
- např. Vesuv v Itálii, Krakatoa; v ČR – Doubovské hory, Vinařická hora u Kladna

## Typy explozí

- 1) Havajská – výhradně u výlevných sopek, vytéká řídká, tekutá, žhavá láva, láva se roztahuje do značných ploch
- 2) Strombolská – název od sopky Stromboli (Liparské ostrovy), sopka v rytmických intervalech vymršťuje tekutý magmatický materiál, který ve vzduchu tuhne v tzv. pumy a strusky
- 3) Vulkánská – název od Volcano (Liparské ostrovy), vymršťování pevného vulkanického materiálu, sopka je „nasypaná“

- 4) Pliniovská (Vesuvská) – sopky po delší době klidu, vymrštění sloupce z plynů, par a popela, ten se ve výšce mění v mračno a šíří se do plochy → „sopečná pinie“
- 5) Peléská – žhavá mračna složená z magmatických, pevných součástí, vodních par a plynů



### Činnost sopek

- sopky činné – aktivně u nich probíhá vyvrhování vulkanického materiálu
- sopky vyhaslé – sopouch není spojen s magmatickým krbem
- sopky spící – nevykazují žádné známky aktivity, ale není jisté, že vyhasly, mohou vybuchnout

### Doprovodné jevy sopečné činnosti

- termy (teplé prameny) = často konečné fáze dohasínání sopečné činnosti a tuhnutí horninových tavenin (obsahují plyny a přehřáté vodní páry), horké páry prostupují trhlinami zemské kůry, ochlazují se → horká voda vyvěrající na povrch, prudké chrčení termů = gejzíry
- fumaroly = páry a plyny unikající ze zemských trhlin pod velkým tlakem
- solfatary = úniky směsi plynů po skončení sopečné činnosti
- moffety = unikání oxidu uhličitého při nízkých teplotách, hromadí se při zemi → nebezpečné pro živočichy

### Bahenní sopky a bahnotoky

- unikající páry a plyny (v důsledku postvulkanické činnosti) zapříčiňují vznik vroucího bahna, pokud bahno příliš husté → brání unikání plynů → exploze, bahno je vymršťováno do vzduchu a ve vrstvách se v okolí ukládá
- bahenní sopky v ČR – vznik v místě unikání plynů z rozkládajících se organických těl, popř. asfaltových ložisek, postvulkanická činnost zasahuje jen částečně
- bahnotoky (lahary) = doprovodný jev erupcí, rychle tekoucí směs sopečného popela, úlomků lávy a množství vody
  - vznik laharů může zapříčinit roztání sněhové pokrývky sopky v důsledku erupce, zvýšení srážek, protržení kráterového jezera...
  - velmi nebezpečné, rychle se šíří, strhávají vše, co stojí v cestě, mohou pokrýt celá města

### Rozšíření sopek

- povrchová (neptunická) sopečná činnost nejčastěji vázána na rozhraní litosférických desek, vznik i pásem kráterů
- pevninské sopky → vznik důsledkem hlubinných zlomů v zemské kůře (např. Kilimandžáro)
- horké skvrny – místa se zvýšeným tokem geotermální energie (důsledek konvekčních proudů, popř. výskytu radioaktivních izotopů v zemské kůře), magma vystupuje na povrch, vznik sopečné činnosti
  - jejich výskyt nekopíruje rozhraní litosférických desek
- Ohnivý prstenec – ohnivý kruh sopek v Tichém oceánu – lemuje pacifickou desku

- v ČR – sopky jsou rozmístěné především v severních Čechách – České Středohoří, Doupovské hory, Hrubý Jeseník (Venušina sopka), Kozákov, Komorní a Železná hůrka u Chebu (nejmladší sopky), dnes vyhaslé

### Důsledky sopečné činnosti

- exhalace, klima
- gejzíry, horké prameny
- bahnotoky
- sesuvy
- tsunami
- kyselé deště

### Zemětřesení

= přírodní jev vyvolaný pohyby a deformacemi uvnitř zemské kůry nebo pláště, při němž dochází k uvolnění velkého množství kinetické energie

- ohnisko (hypocentrum) = místo pod zemským povrchem, kde zemětřesení vzniká, odtud se šíří zemětřesné vlny
- epicentrum = místo na povrchu ležící nad ohniskem, je zemětřesením zasaženo
- rozmístění ohnisek zemětřesení často kopíruje hranice litosférických desek
- ohniska tvoří tzv. středomořský a cirkumpacifický pás, zde je i největší sopečná činnost
- zemětřesení je důkaz tektonické aktivity Země, dlouhodobě probíhá tvorba hor a geosynklinál
- nejčastěji do hloubky 100 km – mělká zemětřesení
- nejčastěji v oblastech subdukčních zón, na středoocéánských hřbetech a transformních zlomech
- typy zemětřesení:
  - + tektonická - 90% zemětřesení způsobeno tektonicky, uvolňování energie nahromaděné v zemské kůře → E vstupuje do bloků zemské kůry → vznik trhlin → pohyb bloků → otřesy s detonacemi
  - + řítivá – vzácná, lokálně omezené otřesy, vznik propadem podzemních dutin (často krasová a poddolovaná území) → v ČR Kutnohorsko, Kladensko, Příbramsko, Ostravsko
  - + sopečná (vulkanická) – průvodní jevy výbuchů činných sopek, otřesy často postihují nejbližší okolí sopky, mohou se ale krýt s tektonickým zemětřesením
- tsunami = jev, který doprovází zemětřesení v přímořských oblastech, otřesy způsobí prudké vzednutí moře do 15-30 m vysoké vlny → rychle se šíří, jejím následkem bývá zničení pobřežních měst v oblasti
- Richterova škála (= místní magnitudo zemětřesení) – vyjádření velikosti zemětřesení, veličina magnitudo, označení M – 2-10 M
  - celkem 8 základních stupňů, stupeň 5 M odpovídá energii atomové bomby

- dále se používá např. Mercalliho škála intenzity zemětřesení – podrobnější, má 12 stupňů

1755. zemětřesení v Lisabonu – M 9

1906. zemětřesení v San Francisku – M 8

1950. zemětřesení v Himaláji – M 8,4

1960. Velké chilské zemětřesení – M 9,5

### Magma a vyvřelé horniny (magmatity)

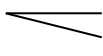
- slöh:

- o stejnosměrně zrnitý – zrna zhruba stejně velká
- o porfyrický – větší zrna jednoho, anebo více minerálů v podstatně jemnozrnnější okolní hmotě

- stavba:

- o všesměrná – bez přednostní orientace minerálů (většina vyvřelých hornin)
- o proudovitá – uspořádání součástek nebo pórů vlivem proudícího magmatu (některé vulkanity)
- o kompaktní – součástky zaplňují celý prostor

- pórovitá – hornina obsahuje prázdné prostory (dutinky)
- mandlovcová – oválné až kulovité dutiny vyplněné druhotnými minerály, např. kalcitem
- magma – tavenina vznikající v kůře a ve svrchním pláští, skládá se z roztavených silikátů, vody a plynů
  - utužením vznikají magmatické (vyvřelé horniny)
  - při tuhnutí dochází k pomalé krystalizaci, uplatňuje se magmatická diferenciace = rozštěpení původně jednotného magmatu na více horninových druhů
- hlavní minerály tvořící magmatity – křemen, živce, olivín, pyroxeny, amfiboly, slídy
- magmatity tvoří téměř celou oceánskou kůru
- stejnosměrně zrnitý sloh – zrna jsou zhruba stejné velikosti

- dělení magmatitů:  a) vulkanické (extruzivní, výlevné)  
b) plutonické (intruzivní, hlubinné)

- srovnání:

| Vulkanity  | Plutonity   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– tuhnutí na povrchu nebo těsně pod ním – vulkanické oblasti</li> <li>– rychle chladnou – nestačily vykrytalizovat</li> <li>– jemnozrná až sklovitá struktura</li> <li>– čedič, znělec</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– tuhnutí hluboko pod povrchem</li> <li>– pomalé chladnutí → značná krystalizace (středně až hrubozrné horniny)</li> <li>– struktura s velkými, pomalu rostoucími krystaly</li> <li>– žula, gabro</li> </ul> |

- klasifikace – dle složení (poměr křemene, živců, hořečnato-železitých materiálů)
  - velikosti zrn (jemno- a hrubozrné)
  - barvy (světlé, tmavé)
  - struktury (vztahy mezi jednotlivými zrny)
  - přítomných minerálů (informace o teplotních a tlakových podmínkách vzniku)

– základní typy magmatu:

- a) magmata čedičová (bazaltová) – vznik roztavením hornin v pevninském pláští, jsou řídká
  - obsahuje Fe a Mg, neobsahují příliš oxidu křemičitého
  - tvoří většinu oceánské kůry
  - bazické horniny
  - tuhnutí pod povrchem → podpovrchová vulkanická tělesa; př. gabro
  - na povrchu → láva, vznik hornin bez křemíku; př. čedič
- b) magmata žulová (granitová) – vznik roztavením starších hornin v pevninské kůře, jsou hustá
  - za vysoké teploty a tlaku vznikají světlé minerály (křemen, živce...)
  - obsahují hodně oxidu křemičitého, převážně kontinentální kůra
  - acidní horniny
  - tuhnutí v hloubce → př. žula
  - na povrchu → př. ryolit
- c) magmata přechodného složení – vznik tavením perioditu za přítomnosti vody, popř. jako kombinace dvou předchozích typů magmat
  - neutrální horniny
  - v hloubce →
  - na povrchu → andezit, znělec

– výlevné vyvřeliny – sopečné kužely, polokulovité kupy, deskovité příkrovy

– hlubinné vyvřeliny

- + hlubinná tělesa – plutonické masy (= masivy, plutony, batolity), pně (menší tělesa)
- + žíly - pravé žíly = magma vyplní puklinu v zemské kůře, která jde napříč vrstvami (vertikála)

- ložní (nepravé) žíly = tělesa deskovitého, bochníkovitého, čočkovitého tvaru, vyplňuje plochu mezi vrstvami (horizontála), často bazická magmata
- mocnost žíly – kolmá vzdálenost mezi stěnami trhliny, která je vyvřelinou vyplněna

## Magmatické horniny v ČR

| Vulkanity |                       | Plutonity |  |
|-----------|-----------------------|-----------|--|
| Název     | Př. lokality          | Název     | Př. lokality   |
| Ryolit    | Povltaví, Podkrkonoší | Žula      | Českomoravská vrchovina, Český les, Šumava, Krkonoše |
| Čedič     | České středohoří      | Gabro     | Středočeský pluton – u Benešova                      |

### Využití vyvřelých hornin

– zpracování tavením, roztloukáním, opracováváním

Vulkanity: ohlazování materiálů, těž kosmetika (pemza), zahradnictví (perlit)

Plutonity: stavební materiál, dlažby a obklady, náhrobní kameny... (čedič, žula, gabro, dacit), silničářství - štěrk (žula, diorit)

### Zvětrávání, eroze, usazené horniny

- endogenní geologičtí činitelé – vnitřní síly Země utvářející zemskou kůru, např. tektonické děje, vulkanická a seismická aktivita, činnost konvekčních proudů...
- exogenní geologičtí činitelé – na povrch zemské kůry působí vnější zemské obaly (hydrosféra, biosféra, atmosféra)
  - vnější síly vznikají díky vzájemnému působení sil Země, Slunce a Měsíce (příliv, odliv), slunečnímu záření (vodní i vzduchové proudy, klima), gravitace
- působí tvořivé a ničivé geologické síly (endo- i exogenní)
- endogenní síly – tvořivé: riftové zóny na divergentním rozhraní desek
  - ničivé: subdukční zóny
- exogenní síly – tvořivé: sedimentace (vznik usazených hornin ukládáním materiálu uvolněného ničivými silami)
  - ničivé: eroze a zvětrávání

### Zvětrávání

- probíhá fyzikálními, chemickými a biologickými vlivy na místech, kde hornina leží na zemském povrchu
- rychlost závisí na klimatických podmínkách a struktuře horniny, obecně dlouhá období
- horniny reagují na atmosféru a další vlivy, rozpadají se (na balvany, štěrk, písek a prach) a mohou být přemístovány a může se měnit jejich složení
- 3 zákl. typy: fyzikální (mechanické), chemické, biologické

| <b>Fyzikální (mechanické)</b>  | <b>Chemické</b>  | <b>Biologické</b>   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– horniny se rozpadají, ale nenastávají změny chem. složení</li> <li>– příčina – změny tlaku a teploty (teplotní roztažnost)</li> <li>– horniny na povrchu chladnou → smršťují se (kontrakce), pukají</li> <li>– do prasklin zatéká voda, mrzne a zvětšuje objem (expanze) → rozlamování hornin (= mrazové zvětrávání)</li> <li>– probíhá na horách i v pouštích, rychle především v suchých oblastech</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– fyzikální zvětrávání odkrývá povrch hornin dalším vlivům</li> <li>– rozkládání horninových minerálů a tvorba nových</li> <li>– dešť s CO<sub>2</sub> tvoří kyselý roztok → prosakování půdami → rozpouštění vápence → krasové jevy</li> <li>– též činnost mořské a podzemní vody</li> <li>– živce, amfiboly na povrchu + voda → jílovité minerály (zákl. složka půd a sedimentů)</li> <li>– minerály bohaté na Fe + atmosféra → oxid železitý</li> <li>– rychlé ve vlhkých oblastech</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– s horninami reagují organismy</li> <li>– biochemický rozklad</li> <li>– lišejníky – 1. organismy na pevnině, uvolňují kyseliny → rozpouštění minerálů → vznik půd → osídlení souše</li> <li>– na povrchu minerálních zrn žijí mikrobi</li> <li>– rostliny kromě org. kyselin působí mechanické zvětrávání růstem kořenů (rozevírají praskliny v horninách)</li> <li>– podílí se i člověk – zemědělství, výstavba...</li> </ul> |

### Krasové jevy

- v oblasti krasu – oblast tvořená vápencem (popř. sádrovec, dolomit)
- může se podílet povrchová i podzemní voda

#### + primární krasové jevy:

- přímé působení činnosti vody
- povrchová voda obohacená CO<sub>2</sub> rozpouští vápence na povrchu, puklinami proniká do hloubky → vznik komínů, chodeb a jeskyní



- pokud zde podpovrchová voda → rozšiřování jeskyní (atd.) erozí
- pojmy: škarpy = úzké hrotovité a laločnaté útvary na rozrytém povrchu vápence (chem. působení deště)  
závrty = okrouhlé, povrchové sníženiny (deprese) v krasových oblastech  
ponorné řeky = místo, kde povrchový vodní tok prochází vápencem (pod povrchem)  
jeskyně = podzemní dutina vytvořená přirozenou cestou, v krasech vznik vymíláním vápence podzemním pramenem

#### + sekundární krasové jevy:

- opětovné vysrážení rozpuštěného vápence a jeho návrat do pevného skupenství
- vrstvy vysráženého vápence = kalcitový sintr
- sintr se ukládá v podobě podlouhlých výrůstků = krápníková výzdoba
- pojmy: stalagmit = krápník rostoucí od země směrem vzhůru  
stalaktit = krápník visící ze stropu dolů  
stalagnát = spojení stalagmitu a stalaktitu

### Eroze

- soubor pochodů, které rozrušují, rozpouštějí a odstraňují půdu a horninový materiál ze zemského povrchu
- zákl. prvkem je transport úlomků vzniklých zvětráváním → působení pohybu vzduchu, vody nebo ledu (tyto typy = abraze) nebo gravitace (např. sesuvy svahů, laviny)
- erozí vznikají – koryta řek, říční údolí, kaňony, soutěsky, vodopády, meandry
- sedimentací – terasy, nivy (pravidelně zaplavované údolí/říční dno, střední a dolní tok) a delty

- zvláštní tvary – krasové – krápníky, jeskyně, propasti

| <b>Vodní (říční, jezerní a mořská)</b>   | <b>Ledovcová (glaciální)</b>  | <b>Větrná</b>   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- eroze přenosem úlomků hornin → obrušování hornin</li> <li>- odnos minerálů a ukládání v místě pomalejšího toku</li> <li>- dopadající dešťová voda vyrývá svah → postupný vznik roklí</li> <li>- řeky vytváří údolí, kaňony, odnos materiálu k moři</li> <li>- vysoký erozní potenciál záplav</li> <li>- mořská voda přetváří pobřeží, vznik jeskyní a izolovaných skal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- uzavření horninových úlomků do ledové masy → vymílání povrchu posunem ledovce</li> <li>- účinky patrné po odtání ledovce</li> <li>- ledovcové rohy = strmé skalní stěny na vrcholech hor vzniklé ledovcovou erozí</li> <li>- kary (ledovcové kotliny) = prohlubně vyplněné ledem, obklopené skalními hřbety</li> <li>- tvorba širokých údolí, ledovcové rýhy = odření horninových mas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- materiál unášený vzduchovým proudem</li> <li>- suchá místa, nedostatek vegetace (povrchové částice nedrží pohromadě)</li> <li>- unášený materiál je erozním činitelem</li> <li>- odváděná místa jsou vystavena erozi a zvětrávání</li> <li>- duny – vznik saltací = větší zrna posouvána na krátké vzdálenosti než se zastaví o těžké částice</li> </ul> |

### **Říční eroze**

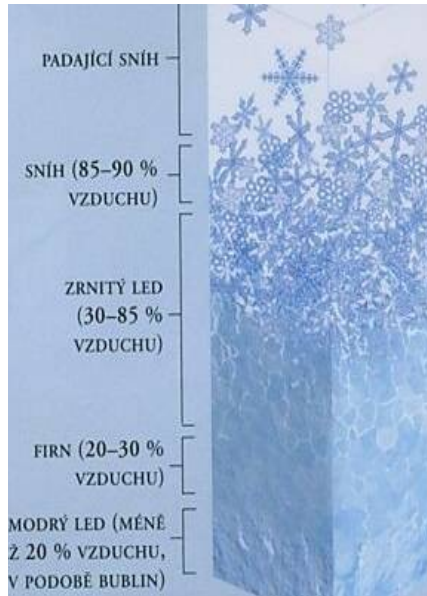
- tvořivá i ničivá
- horní tok – rychlý spád, přímočaré proudění → koryto hluboko zaříznuté ve svahu;
  - vodopády → překonávání výškových rozdílů
  - skalnaté dno, nepravidelné, víry vytváří prohlubně (např. pod vodopádem, v místě přejíždění)
  - málo vody o velké síle → eroze do hloubky, ne do šířky
- střední tok – zvětšuje se množství vody přibíráním přítoků, spád se zpomaluje → rozšíření koryta
  - vodní tok se klikatí, tvoří meandry (zákruty, ukládání na jedné a vymílání na druhé straně)
  - hloubková i boční eroze, dno tvořeno říčním štěrkem (oblázky a větší ohlazené kameny)
- dolní tok – malý spád vody, hromadění usazenin, tvorba koryta ve vlastních nánosech
  - prodloužení toku řeky, může se tvořit delta (tok se rozprostírá do šířky a větví se)
  - tento charakter může mít i střední tok v rovinné oblasti
- pojmy: kaňon = koryto ohraničené kolmými stěnami skal, vznik v suchém podnebí nebo velmi propustných horninách
  - mrtvé rameno = opuštěné úseky řek, vznikají především v meandrech (řeka si prorazí cestu a místo do zákrutu teče přímo)
  - náplavový kužel = řeka nahromadí množství sedimentů, koryto se zanáší → přeložení koryta do nižší polohy, sedimenty tvoří těleso tvaru kužele
    - delta je zvláštním typem náplavového kužele

### **Ledovec**

- vysokohorské a pevninské (vysokohorský – menší, izolované, v oblastech nad trvalou sněžnou čarou; pevninský – souvislý ledový pokryv celé oblasti, např. ledovec na Antarktidě)
- vysokohorský ledovec – postupné vytváření hromaděním firnu (přechodné stadium mezi sněhem a ledem)
  - leží v karech (viz tabulka u eroze), po odtání ledovce se kar může naplnit vodou → ledovcové jezero (oko, pleso)
  - dlouhé kary ústící do moře = fjordy
  - morény = nánosy úlomků hornin tvořící valy v místech, kde ledovec odtává, popř. je ledovec hrne před sebou (čelní moréna)
  - ledovcový splaz = jeho prostřednictvím sestupuje ledovec z karu do údolí
    - Bludný balvan – složením nepatří do okolí, ledovec ho tam zanes a pak se roztekl
- Vznik:



- postupná akumulace sněhu, zhušťování a stlačování jednotlivých vrstev, růst hustoty hmoty, rekrystalizace (při teplotách nad 0 °C voda prosakuje do spodních vrstev, mrzne a vytlačuje vzduch)



### Větrná eroze

- deflace = odnos částic větrem
- koraze = rozrušování hornin nárazy unášených částic
- korazí vznikají: žlábkové kameny s drobnými rýhami
  - aeroxysty (voštiny) – prohlubiny na pískovcových skalách
  - viklany (hřibovité tvary) - kamenný útvar značně obroušený nízko nad zemí
  - skalní brány
- na celistvých horninách eolické (větrné) ohlazy
- pokud jde o kámen částečně zanořený do země, částice vytváří zbrošené plochy → hrance
- eolické sedimenty = kameninná svahová suť v horských oblastech, písčité duny (viz tabulka u eroze)
- čeřiny – drobné, vzájemně rovnoběžné rýhy; nejčastěji v písku, na březích mělkých vod, jemný materiál na souši
- spraš – nánosy navátého prachu

### Usazené horniny

- Sloh:

- Úlomkovité – velikost zrn: nad 2 mm (zaoblené úlomky – slepenec, ostrohranné úlomky – brekcie, šterk); 2–0,1 mm (pískovec, písek); pod 0,1 mm – minerály okem nerozlišitelné (jílovitá břidlice, jílovec, jíl)

- Chemické – zrnitá nebo celistvá

- Stavba:

- lineárně rovnoběžná – součástky minerálů uspořádány v jednom směru;

- plošně rovnoběžná: lavicovitá (vrstvy mocné přes 20 cm); hrubě deskovitá (vrstvy mocné 5–20 cm);

- tenké deskovitá (vrstvy mocné 1–5 cm); laminovaná (vrstvičky pod 1 cm);

- kompaktní – hornina zcela zaplňuje prostor; stavba pórovitá – hornina obsahuje póry, dutiny.

- Jiné znaky: např. nestejně zbarvení (stavba páskovaná, skvrnitá, mramorovaná aj.), charakteristika tmelu pískovců a slepenců (křemenný, jílovitý, limonitový aj.).

- vznik působením vnějších geologických dějů - rozrušením starších hornin, transportem horninového materiálu i roztoků a usazením

- úlomkovité – úlomky horninového materiálu se usazují, dlouhodobé usazování vede k vytváření

deskovitých nebo čočkovitých těles → vznik vrstev, změna v ukládání → změna zrnitosti

- mohou být nezpevněné nebo zpevněné (zrna jsou spojena tmelem, který je chemicky vyloučen z roztoku)

- organogenní – vznik z pozůstatků organismů

– chemogenní – vznik krystalizací z roztoků

| Úlomkovité |                         | Organogenní                          | Chemogenní                   |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Nezpevněné | Zpevněné                |                                      |                              |
| - písek    | – slepenec (šterk)      | - vápenec                            | - chemogenní vápenec         |
| - šterk    | – pískovec (písek)      | - uhlí                               | - dolomit                    |
| - jíł      | – křemenec              | - lignit                             | - sádrovec                   |
|            | – jíłová břidlice (jíł) | - antracit                           | - anhydrit                   |
|            | – slínovec (opuka)      | - buližníky (křemičité schránky řas) | - halit                      |
|            |                         | - rašelina                           | - fosforit (ložiska fosfátů) |
|            |                         | - ropa                               | - travertin                  |

- důsledkem postupného usazování je stavba většiny usazených hornin vrstevnatá (rovnoběžná)

- některé horniny složené z hrubších součástí mají pórovitou stavbu

- výskyt zkamenělin

- pojmy: podloží = geologické jednotky ležící pod konkrétní vrstvou, nadloží = vrstvy nad touto vrstvou  
mocnost vrstvy = tloušťka

souvrství = soubor vrstev sedimentů vzniklých ve stejných podmínkách (horniny mají např. podobné vlastnosti)

vrstevní sled = pořadí vrstev, jak nad sebou v souvrství následují

### Metamorfóza a přeměněné horniny

– metamorfóza je soubor změn, kdy z vyvřelých a usazených hornin vznikají horniny přeměněné

– hlavními činiteli – teplo a tlak, dochází k překrystalování minerálů horniny → změna struktury

– intenzita metamorfózy roste směrem do hloubky

– zrna jsou usměrněná

– anatexe = úplné nebo částečné roztavení horniny

– vzniklé horniny jsou často břidličnaté (deskovitá odlučnost)

– Sloh

- s minerály ve tvaru zhruba kulatých nebo mírně protažených zrn
- sloh s lupenitými minerály (slídy)
- sloh se sloupečkovitými, stébelnatými nebo jehlicovitými minerály

– Stavba

- všesměrná – přeměněné horniny bez rovnoběžné stavby
- stavba lineárně rovnoběžná – minerály přednostně uspořádány v jednom směru
- stavba plošně rovnoběžná (břidličnatá) – minerály přednostně uspořádány v rovnoběžných plochách, plochy břidličnatosti rovné / zvlněné
- stavba páskovaná – střídání pásků, které se liší minerálním složením, barvou, zrnitostí aj.
- stavba plástevná – tenké pásky tvořené světlými minerály jsou odděleny tenkými vrstvičkami slíd

– kontaktní (termální) metamorfóza – vysoká teplota, nižší tlak než u dynamické metamorfózy

– žhavé magma působí na starší horniny → kontaktně metamorfované horniny vznikají v okolí magmatických těles

– vznikají rohovce – jemnozrnné struktury bez usměrnění minerálních součástí

- dynamická (dislokační) metamorfóza – v okolí tektonických zlomů, vysoký tlak

– dochází zde k drcení hornin

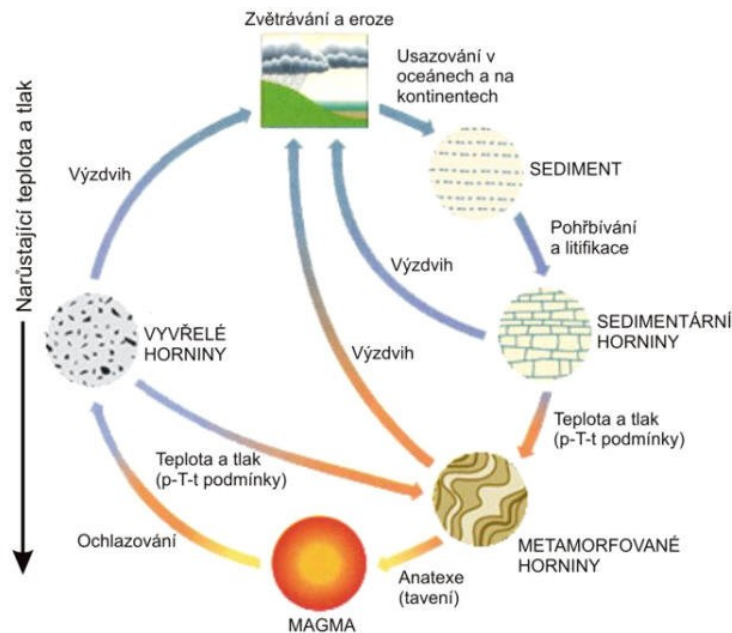
- regionální metamorfóza – nejčastější typ, vysoká teplota i tlak → částečná až úplná anatexe

– postihuje rozsáhlá území (až tisíce km<sup>2</sup>)

– vznik krystalických břidlic, horniny překrystalují a uspořádají se ve směru působícího tlaku → paralelní, rovnoběžné plochy

| Příklady metamorfovaných hornin (stupně intenzity metamorfózy v závislosti na růstu teploty) |                           |
|--|---------------------------|
| Výchozí hornina  |                           |
| Jílová břidlice  | → fylit → svor → pararula |
| Vápenec  | → mramor                  |
| Kyselá vyvřelina (žula, ryolit)  | → ortorula                |
| Bazická vyvřelina (čedič, gabro)   | → amfibolit               |

## Horninový cyklus



- horniny se neustále přeměňují jedna v druhou
- horniny na povrchu se působením vnějších podmínek rozpadají → sedimenty
- sedimenty mohou klesnout do nitra Země → přeměněné horniny nebo magma
- magma utuhne → vyvřelé horniny
- vyvřelé horniny se díky horotvorným procesům dostávají na povrch, působení vnějších podmínek → sedimenty

## Minerály a jejich vznik

– minerály (nerosty) = základní stavební jednotky horninového materiálu Země

- vznik:

- krystalizací z magmatu
  - chladnoucí magma vylučuje minerály v určitém pořadí (nejprve ty s vysokým bodem tání, např. magnetit)
- srážením z roztoků
  - Teplé roztoky pronikají do puklin (velký tlak a teplota), vyluhují okolní horninu, ochlazují se a krystalizují z nich minerály
  - vyplněné pukliny – hydrotermální žíly – Au, Ag, Cu, sfalerit, galenit, chalkopyrit
  - Krystalizace ze studených roztoků např. z mořské vody, krasy
- metamorfózou – přeměnou
  - Tlak působící při přeměně drtí horniny. Tím upravuje cestu pro plyny a roztoky unikající z magmatu v hloubce. Při metamorfóze dochází k přínosu a odnosu některých látek, což vede ke změně chemického složení hornin nebo minerálů. Mohou vzniknout nové horniny nebo minerály – z hematitu ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) vzniká magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), ze samotných vápenců vzniká grafit
- sedimentární ložiska

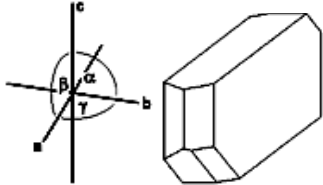
- Vznik při zvětrávání, transportu a usazování – jen málo nerostů je odolných vůči zvětrávání
- kaolín, diamanty, rubíny
- činností organismů
  - Působením látek kořenů rostlin, bakterií, kosti savců obsahují apatit, vápenaté schránky, guano
  - jantar
- metasomatická
  - Roztoky reagují i s horninami, přitom jsou původní minerály rozpouštěny a nahrazovány novými
  - ze samotných vápenců vzniká magnezit
- většina krystalické pevné látky → atomy jsou uspořádány pravidelným, opakujícím se způsobem
- pravidelná struktura chybí např. u skel (amorfní látky)
- pojmy: krystalová struktura – pravidelné uspořádání atomů u konkrétního minerálu
  - krystal – pevná látka s pravidelným uspořádáním atomů – má dostatek místa
  - krystalová drúza – soubor krystalů rostoucích na společném základu – má málo místa
  - agregát nerostů – těsné shluky krystalů jednoho nerostu (když si navzájem brání), pokud nerostů více → hornina
  - amorfní (beztvarý) minerál – minerál nemající krystalovou strukturu (např. opál) – nemá místo
  - polymorfie (mnohotvarost) – stejná chemická sloučenina tvoří krystaly různých soustav (např. diamant a grafit)
  - isomorfie (soutvarost) – sloučeniny podobného složení tvoří podobnou krystalovou strukturu, mohou se vzájemně zastupovat a tvořit směsné krystaly
- vlastnosti minerálů:
  - + velikost a tvar krystalů – závisí na chem. složení → typu krystalové soustavy, stáří (atomy se pravidelně ukládají do vrstev)
  - + fyzikální vlastnosti (mechanické a optické) – hustota, hmotnost, tvrdost, štěpnost (podle pravidelných ploch - je definována jako krystalograficky orientované minimum soudržnosti krystalu), lom (podle nepravidelných ploch - vzniká při mechanickém namáhání tam, kde chybí štěpnost. Lomné plochy jsou nezávislé na struktuře. Podle kvality a tvaru lomných ploch se rozlišuje lom rovný, nerovný, lasturnatý, tříštnatý, zemitý a podobně), soudržnost (křehké, jemné, kujné), žáruvzdornost, magnetismus, elektrická a teplotná vodivost, odlučnost (=dělitelnost, může být důsledkem lamelárního dvojčatění minerálu nebo může být způsobena přítomností tenkých orientovaně zarostlých vrtstviček (lamel) jiného minerálu, případně i jinými důvody)
    - lesk (část dopadajícího světla, která se odrazí od povrchu minerálu – diamantový, skelný, kovový...), barva, průhlednost (průhledné (diamant), průsvitné (fluorit), neprůsvitné (magnetit)), vryp, luminiscence, zbarvení (díky příměsím)
  - + chem. vlastnosti – složení, odolnost (rozpuštěnost) proti kyselinám, hydroxidům, vodě (...)

## Krystalové soustavy

- pojmy: rovina souměrnosti – myšlená rovina, která rozděluje krystal na 2 shodné části
  - osa souměrnosti – prochází středem krystalu, otáčením kolem osy o 360° se krystal opětovně dostává do polohy shodné s výchozí pozicí → kolikrát se docílí shoda s výchozí polohou, tolikačetná osa je
  - střed souměrnosti – u krystalů, kde má každá plocha svou protiplochu
  - osní kříž – charakteristický každé soustavě, tvořen osami procházejícími středem krystalu

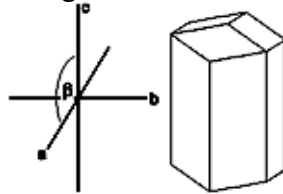
a) Trojklonná

- souměrná pouze podle středu souměrnosti
- ani jedna rovina souměrnosti
- krystaly tvoří dvojploši
- osní kříž – 3 osy, svírají kosé úhly, nejsou stejně dlouhé
- modrá skalice, kaolinit, plagioklas



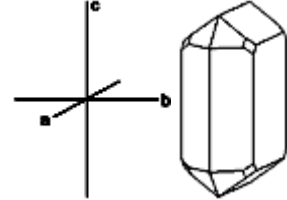
b) Jednoklonná

- 1 rovina souměrnosti, 2 shodné poloviny
- šikmo nakloněné plochy
- svislá a pravolevá osa kolmá, předozadní ukloněná, všechny nesterjně dlouhé
- amfibol, mastek, sádrovec, augit



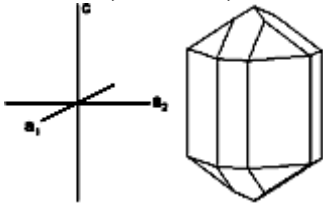
c) Kosočtverečná

- v průřezu kosočtvec
- 3 vzájemně kolmé osy souměrnosti
- osy nesterjně dlouhé
- často kosočtverečný hranol
- síra, baryt, topaz, olivín



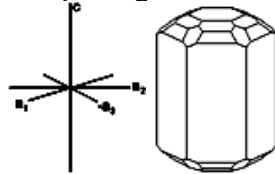
d) Čtverečná

- 5 rovin souměrnosti
- svislá osa je čtyřčetná
- čtvercovitý průřez, čtyřboké hranoly
- osy vzájemně kolmé, 2 stejně dlouhé, 3. jiná
- zirkon, cínovec, rutil



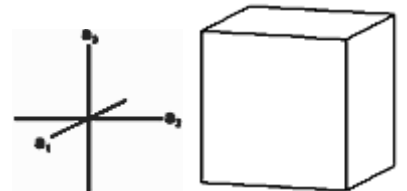
e) Šesterečná (hexagonální)

- tři stejné osy, jedna různá
- stejné osy svírají pravý úhel s různou
- 7 rovin souměrnosti
- apatit, grafit



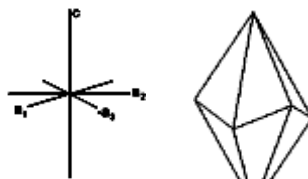
f) Krychlová (kubická)

- 9 rovin souměrnosti
- krychle, osmistěn, dvanáctistěn
- i 24stěn a 48stěn
- tři vzájemně kolmé osy, stejně dlouhé
- diamant, sůl kamenná, pyrit, zlato



g) Klencová

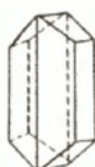
- 3 roviny souměrnosti
- osy a úhly stejné jako u šesterečné
- křemen, kalcit



Trojklonná



Jednoklonná



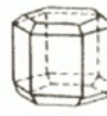
Kosočtverečná



Čtverečná



Klencová



Šesterečná



Krychlová



## Mohsova tvrdostní stupnice

- tvrdost – určena silou chem. vazeb ve struktuře krystalu, sleduje se jako odolnost proti poškrábání
- stupnice má 10 úrovní, nerosty s vyšším číslem rozrývají nerosty níže postavené

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| 1 – mastek ( <i>lze udělat rýhu nehtem</i> )             | 6 – živec    | } - pokud minerál zanechává rýhu ve skle, má větší tvrdost než 5 |
| 2 – sůl kamenná ( <i>lze udělat rýhu nehtem, mincí</i> ) | 7 – křemen   |  |
| 3 – kalcit ( <i>poškrábání mincí</i> )                   | 8 – topaz    |  |
| 4 – fluorit ( <i>rýha čepelí nože</i> )                  | 9 – korund   |  |
| 5 – apatit ( <i>rýha čepelí nože</i> )                   | 10 – diamant |  |

## Skupiny nerostů podle fyzikálních vlastností

### 1) Pevnost a soudržnost

- pevnost – schopnost odolávat tlaku, tahu nebo nárazu; soudržnost – schopnost částic zůstat pohromadě
- nerosty křehké – při nárazu se rozletí na úlomky
- nerosty jemné (řezatelné) – při nárazu se rozdrť na prášek
- nerosty tažné a kujné (ohebné) – při nárazu mění tvar

### 2) Lom

- oddělené plochy nerostu po rozbití jsou nepravidelné
- lasturnatý lom – typický pro křemen, opál (odlamují se polokruhovitě útvary)

### 3) Štěpnost

- schopnost nerostu oddělovat se při mechanickém působení podle rovnoběžných, rovných ploch (místa se slabšími chem. vazbami)
- vysokou štěpnost mají např. slída, sádrovec

### 4) Barva

- tzv. vryp – barva prášku získaného drcením nerostu
- barevné nerosty – barva na povrchu i barevný vryp (síra)
- zbarvené nerosty – barva na povrchu, vryp bílý (v krystalové mřížce přítomny jiné prvky, které tvoří zbarvení)
- bezbarvé nerosty – nemají barvu, bílý vryp

### 5) Propustnost světla

- průhledné – lze přes ně číst text
- průsvitné – propouští světlo, ale text přes ně číst nelze
- neprůsvitné – nepropouští žádné světlo

### 6) Lesk

- způsob odrazu světla od povrchu nerostu, závisí na množství absorbovaného světla
- kovový, diamantový, skelný, perleťový lesk...
- matný nerost – neleskne se

### 7) Vodivost

- tepelná a elektrická
- např. zlato vede jak teplo tak elektřinu

### 8) Magnetismus

- nerosty obsahující železo, kobalt, nikl

## Základní skupiny nerostů podle chemického složení

| SKUPINA | CHARAKTERISTIKA                | PŘÍKLAD                       |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|
|         | – cca 25 minerálů, ryzí vzácné | – kovové: zlato, stříbro, měď |

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| Prvky                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– většinou ve sloučeninách</li> <li>– kovové jsou kompaktní, kujné, zřetelné krystaly výjimečně</li> <li>– nekovové – průsvitné až průhledné, tvoří krystaly</li> </ul> | – nekovové: uhlík, síra   |
| Sulfidy                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– síra je sloučena s kovovými a polokovovými prvky</li> <li>– kovový lesk, vysoká hustota, šedá barva</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– antimonit</li> <li>– galenit</li> <li>– rudy olova, zinku, železa, mědi</li> </ul>                       |
| Halogenidy                     | - sloučeniny Cl, Br, F, I s kovovými prvky (Ca, Na)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– sůl kamenná</li> <li>– fluorit</li> </ul>  |
| Oxidy                          | - sloučeniny kovových prvků s kyslíkem   | - rudní horniny: hematit, magnetit, chromit   |
| Uhličitaný                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– sloučeniny kovových prvků se skupinou (CO<sub>3</sub>)</li> <li>– většinou bezvodé (ve struktuře nemají vodu), méně vodnaté</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– kalcit</li> <li>– azurit</li> <li>– malachit</li> </ul>  |
| Sírany (sulfáty)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– sloučeniny kovových prvků se síranovou skupinou (SO<sub>4</sub>)</li> <li>– většinou vznikají zvětráváním</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– anhydrit</li> <li>– sádrovec</li> </ul>  |
| Fosforečnaný (fosfáty)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– sloučeniny kovových prvků s fosforečnanovou skupinou (PO<sub>4</sub>)</li> <li>– měkké, křehké, barvitě, dobře krystalizují</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– apatit</li> <li>– lazulit</li> <li>– tyrkys</li> <li>– pyromorfit</li> </ul>                             |
| Křemičitaný (silikáty)         | - sloučeniny kovových prvků s křemičitanovou skupinou (SiO <sub>4</sub> ), která má tvar čtyřstěnu → čtyřstěny ve struktuře uloženy samostatně, v kruzích, řetězcích, vrstvách nebo trojrozměrné síti          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– olivín</li> <li>– granát</li> <li>– topaz</li> <li>– beryl</li> <li>– slídy</li> <li>– živce</li> </ul>  |
| Organické minerály (organoidy) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– soli org. kyselin (šřavelany), uhlovodíky, pryskyřice</li> <li>– soli org. kyselin a uhlovodíky → krystalická struktura</li> <li>– pryskyřice → amorfní</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– whewellit (sůl org. kyseliny)</li> <li>– fichtelit (uhlovodík)</li> <li>– jantar (pryskyřice)</li> </ul> |



# MO č. 12 - Jednobuněční živočichové a přechod k mnohobuněčnosti

## Podotázky:

- 1) Stavba živočišné buňky
- 2) Základní charakteristika a rozmnožování jednobuněčných eukaryot
- 3) Význačné skupiny a zástupci jednobuněčných eukaryot s důrazem na parafyletickou skupinu Protista (prvoci)
- 4) Význam prvoků v přírodě
- 5) Význam prvoků ve vztahu k člověku – choroby a jejich přenos
- 6) Teorie vzniku mnohobuněčnosti
- 7) Blastogeneze (rýhování vajíčka), gastrulace
- 8) Vznik zárodečných listů – Diblastica, Triblastica
- 9) Prvoústí a druhoústí živočichové, neurulace
- 10) Organogeneze – původ orgánů v zárodečných listech

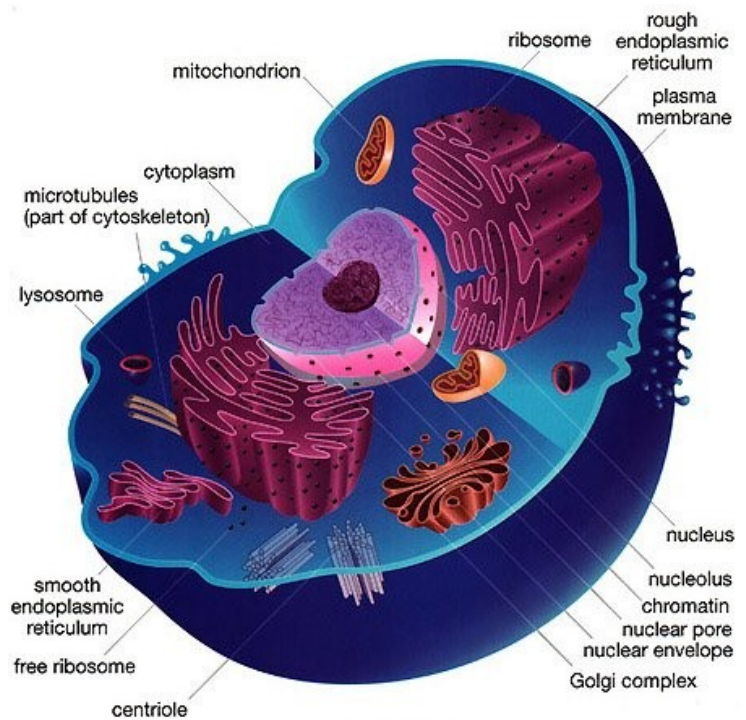
## Odborné pojmy:

- **Chromista** - říše
- **plazmodium** – vzniká po splynutí výtrusů, diploidní
- **pelikula** – cytoplazmatická membrána – ochranná funkce a držení tvaru
- **pulzující vakuola** – nálevníci, osmoregulace
- **schizogonie** – mnohonásobné dělení jádra a pak rozpad na více jedinců (výtrusovci)
- **konjugace** – 2 prvoci si vymění genetický materiál (mikronuklei) - nálevníci
- **morula** – 1. fáze po rýhování zygoty
- **coelom** – pravá tělní dutina
- **prvoústa** – otvor na gastrule
- **neurula** – gastrula se základem NS

## Stavba živočišné buňky

- Cytoplazmatická membrána
  - Ohraničuje povrch buňky
  - Dvouvrstvá fosfolipidů (tuky)
  - Asi 5 $\mu$ m
  - Hydrofilní a hydrofobní část = semipermeabilní
  - Proteinové molekuly
- Protoplazma
  - Živý obsah buňky
  - Metabolicky aktivní obsah buňky
  - Karyoplazma – vyplňuje jádro
  - Cytoplazma – vyplňuje všechno kromě jádra
- Cytoskelet
  - = kostra buňky, zajišťuje umístění organel
  - Tvořena hl. mikrofilamenty (vlákna) nebo mikrotubuly (trubičky) → tvoří trubičky, ty se natahují a zkracují → pohyb cytoplazmy
  - Podílejí se na tvorbě dělicího vřeténka
- Endoplazmatické retikulum
  - Membránový systém
  - Vzniká vychlípáním vnější jaderné membrány

- Drsné
  - Na membráně přichyceny ribozomy
  - Syntéza bílkovin
- Hladké
  - Bez ribozomů
  - Tvorba tuků, metabolické děje, skald  $\text{Ca}^{2+}$ , detoxikace, ...
- Golgiho aparát
  - Ploché měchýřky
  - probíhají zde biochemické reakce
  - Úprava látek, které vznikají v ER
- Lysozomy
  - Měchýřky, tvořeny biomembránou
  - Uvnitř – trávicí enzymy
- Mitochondrie
  - Dvoumembránový útvar
  - Kristy = vnitřní membrána
  - Tekutina uvnitř = matrix
  - Je semiautonómí
  - V jedné buňce až několik set
  - Organela buněčného dýchání → tvoří energii
  - Energii používá na veškeré děje v organele
  - Sama se může množit, má vlastní DNA, vlastní syntéza bílkovin
  - symbiotický původ
- Jádro
  - řídící funkce buňky
  - uložena genetická informace
  - dvouvrstevná membrána s póry – semipermeabilní
  - uvnitř – nukleus = jadérko = nahromaděné nukleové kyseliny
  - DNA v podobě chromatinu (rozpuštěná DNA v době nedělení buňky)
  - V době dělení se chromatin zahušťuje na chromozomy
  - Význam při tvorbě nukleových kyselin



## Význačné skupiny a zástupci jednobuněčných eukaryot s důrazem na parafyletickou skupinu Protista (prvoci)

- většinou jednobuněční, ale mnozí jsou koloniální, volně žijící i parazitičtí
- považováni za nejjednodušší eukaryota
- Nestejnorodá skupina
- Řada znaků zase viz otázka nižší rostliny (např. typy stélek a rodozměny)
- Stavba
  - Membrána s bílkovinami a lipidy
  - Cytoplazma s organelami
  - Cytoplazmatická membrána = pelikula
  - Mohou mít organely ochrany a opory, schránky –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SrSO}_4$ , chitinózní
  - Organely pohybu – panožky, bičíky, brvy, cirry (vznik splýváním brv), undulující membrána
  - Trávicí vakuoly, buněčná ústa, buněčná řiť
  - Vylučovací a osmoregulační organely – kontraktilní vakuola

- Smyslové orgány – hmatové orgány, stigma (světločivná skvrna), neuromotorický aparát (sítě vodivých vláken, které řídí pohyb brv u nálevníků)

### – Rozmnožování

- Nepohlavní
  - Dělení – podélné (bičíkovci) a příčné (nálevníci)
  - Pučení (rournatky, někteří nálevníci)
  - Schizogonie – mnohonásobné dělení jádra a pak rozpad na více jedinců (výtrusovci)
- Pohlavní
  - za zhoršených podmínek
  - gamogonie – mikrogamety, makrogamety – zygota (výtrusovci)
  - Kopulace – trvalé splnutí gamet dvou jedinců v zygotu
  - Konjugace – dočasné spojení buněk, výměna částí mikronukleů (nálevníci)
- Metagenese – střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování
  - Sporogonie – ze zygoty nepohlavním procesem (rozpadem) vznikají spory - buňky, které se tvarem i účinností liší od buňky mateřské (u některých zelených řas a parazitických prvoků, například u kokcií a plazmódií; sporozoity jsou infekční částice)

### – Výživa

- většinou aerobové
- autotrofové, heterotrofové, mixotrofové
- fagotrofové, osmotrofové, pinocytóza

### – System

#### Říše: Protozoa

#### Kmen: Bičíkovci (Mastigophora)

- 1 a více bičíků
- Evoluční význam - vyvinuly se z nich řasy a další rostlinní prvoci
- Pelikula
- Nejrůznější tvary
- Dělení: autotrofní (rostlinní) a heterotrofní (živočišní)

#### – *Bodok*

#### – *Trubénka*

- Kolonie

#### – *Trypanosoma*

- Několik druhů
- Přenáší se mouchou Tse-Tse → spavá nemoc (*Trypanosoma spavičná*)
- Undulující membrána
- Žije v tělních tekutinách
- V tropech

#### – *Ničivka (Leishmania donovani)*

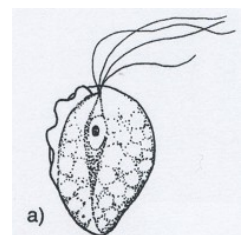
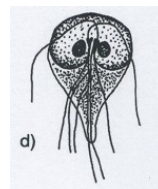
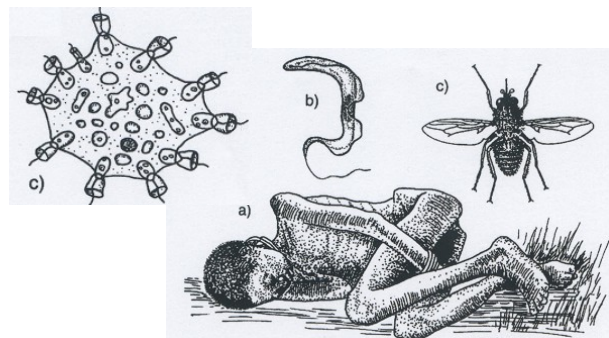
- Černá nemoc Kala-azar – ztmavnutí pokožky, napadá vnitřní orgány (horečka, zvracení)

#### – *Bičenka poševní*

- 4-5 bičíků
- Parazit urogenitálního traktu člověka
- zánětlivá onemocnění, možná neplodnost
- choroba – trichomoniáza – přenos pohlavním stykem, u žen může způsobit potrat při těhotenství, u mužů málo

#### – *Lambie střevní*

- kapkovité tělo
- 2 jádra, až 8 bičíků



- Způsobuje střevní potíže (v tenkém střevě)
- *Brvitky*
  - Pozitivní význam
  - Obrovské množství bičíků
  - Pomáhá natravovat celulózu – ve střevech švábů a termitů

### Kmen: Krásnoočka (Euglenozoa)

- Bičíky 2 nebo 1
- stigma (beta karoten, flavoproteiny), pozitivní fototaxe
- v plazmě chloroplasty a paramylová zrna (paramylon - škrobu podobný polysacharid)
- Chloroplast – sekund. endosymbióza - mixotrofní
- někteří bez chloroplastů
- pelikula, pulzující vakuola

### Kmen: Kořenonožci (Rhizopoda)

- Proměnlivý tvar těla
- Panožky (pseudopodie) – fagocytóza, pinocytóza, saprofytická výživa
- Měňavkovitý – améboidní tvar
- Na povrchu – tenká pelikula
- Některé druhy i schránky (organická i anorganická)
- Pučení, dělení

#### *Měňavka velká*

- Největší zástupce
- Součást dendritu = zbytky těl rostlin a živočichů

#### *Měňavka úplavická*

- Ve střevech člověka
- Způsobuje úplavici – horečnaté onemocnění, rychle se šíří

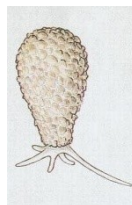
#### *Měňavka střevní*

- Nezpůsobuje problémy, komenzál

#### *Měňavka bahení*

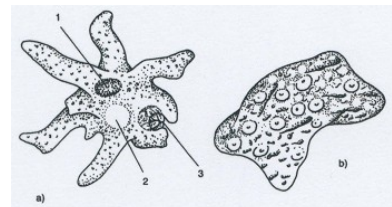
#### *Krytenky*

- Schránky z chitinu
- Sladkovodní
- *Rozlítka*



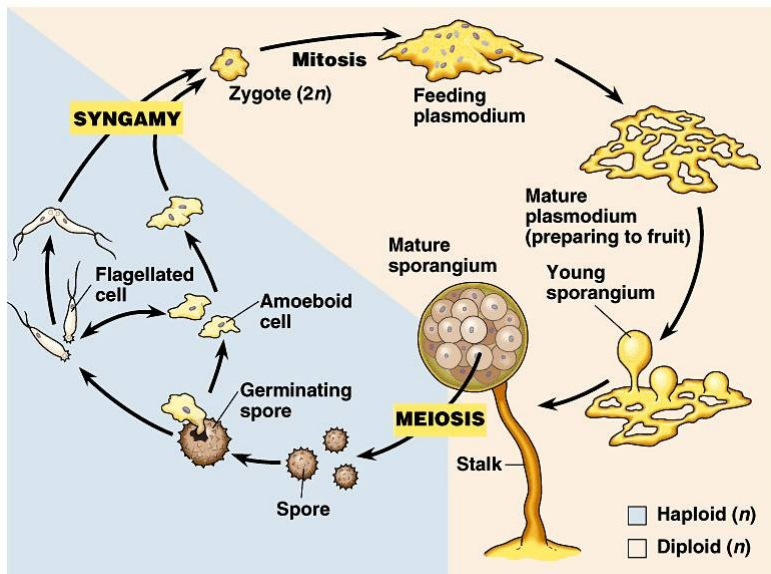
#### *Dirkonošci*

- Schránka z uhličitanu vápenatého
- Mořští - bentos
- Zkamenění – horninotvorní činitelé



### Kmen: Hlenky (Mycetozoa)

- Nevytvářejí mycelium, existují jako jednojaderné a haploidní myxaméby či myxomonády se 2 hladkými bičíky
- Shlukováním vzniká plazmodium (buněčná masa obklopená membránou s mnoha jádry) nebo pseudoplazmodium (každá myxaméba si zachovává svou individualitu), sporokarp několikerého typu. Uvnitř vzniká jemné síťovité vlášení (kapilicium) a po redukčním dělení zde vznikají haploidní výtrusy. Z nich se uvolňují myxaméby či myxomonády
- *Slizovka práškovitá*
- *Hlenka*



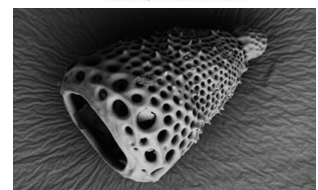
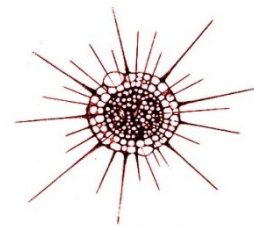
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

### Kmen: Nádorovky (Plasmodiophorida)

- Parazitické, v hostitelských rostlinách jako paraplazmodium (mnohojaderná cytoplazma), vytvářejí nádory. Ve zvětšených buňkách nádorů vznikají odpočívající výtrusy, které se dostávají do půdy a klíčí z nich zoospory, napadající kořenové vlásky hostitele
- *Nádorovka kapustová*

### Kmen: Paprskovci (Actinopoda)

- *Slunivky*
  - Panožky vyztužené osním vláknem (actinopodium)
  - Mořské, sladkovodní, ve vlhké půdě a mechu
  - Predátoři
  - Altruismus – jakmile jedna narazí na potravu, vylučuje látky, které přilákají další
  - *Slunivka obecná* – nahá buňka bez schránky, běžná mezi vodními rostlinami
  - *Slunivka ozdobná* – schránka z organického materiálu
- *Mřížovci*
  - planktonní mořští prvoci, schránky z SiO<sub>2</sub>, stratigrafický význam



### Kmen: Obrněnky (Dinophyta)

- většinou bičíkovci
- velké množství specifických rysů – mají pancíř, dinokaryon (= jádro s chromozomy připoutanými k jaderné membráně, chromozomy bez histonů a kondenzované i během interfáze), ocellus (funkce „oka“) atd.
- podstatná složka mořského planktonu, ale i ve sladkých vodách
- Mnohé druhy jsou velmi toxické
- Výživa autotrofně, mixotrofně, osmotrofně, fagotrofně nebo paraziticky
- Pokud plastidy, tak sekundární či terciární endosymbioza
- V případě výhodných podmínek (jako např. zvýšená trofie vody) mohou v pobřežních mořských a brakických vodách vytvářet jev, zvaný „red tide“ – rudý příliv. Jedná se o výrazné vegetační zbarvení („vodní květ“), barva buněk těchto dinoflagelátů je červená. Toxiny otráví nejprve korýše a ryby a pokračují v potravním řetězci i přes několik mezistupňů.
- *Trojrožec*
- *Peridinium*
  - Často pevný ochranný pancíř

### Kmen: Výtrusovci (Sporozoa)

- Endoparazité – pronikají do buněk – speciální orgány pro zachycení a průnik



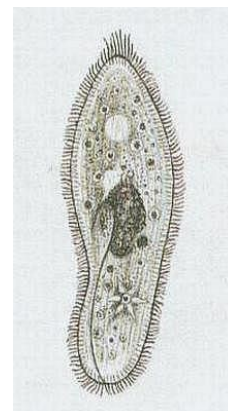
- V hostiteli dochází k rodozměně
- Původci těžkých onemocnění
- Stadium spory v životním cyklu
- Nepohlavní množení – sporogonie (tvorba spor)
- Nepohlavní rozmnožování – schizogonie (merogonie), z invazního stadia v buňce vzniká mnohoaderný schizont, rozpadající se na merozoity
- Pohlavní množení – gamogonie (vznik gamontů a gamet)
- *Hromadinky*
  - Extracelulární parazité ve střevě nebo tělní dutině měkkýšů, pláštěnců, ostnokožců a členovců
- *Kokcidie*
  - Napadají členovce i obratlovce
  - *Kokcidie jaterní*
    - Kokcidióza – zánět žlučového a jater králíků a zajíců
    - Spora se musí dostat na vzduch jinak se nerozvíjí
    - Zygota ve žlučovodech → oocysta → vyplavena do střeva → ven z těla → sporogonie, vznik sporozoitů → nákaza nového jedince → uvolněný sporozoit napadá játra → schizogonie → vznik merozoitů → opakování a následně vznik pohlavních jedinců
- *Toxoplasma gondii*
  - Závažná onemocnění, až 40% lidí ji má v těle
  - Parazituje na bílých krvinkách, přeměna v cysty, které jsou hl. v mozku
  - Znali ji už ve Starém Řecku
  - Toxoplazmóza – u těhotných žen poškození plodu, potrat
  - Konečný hostitel je kočka
- *Krvinkovky*
  - Parazitují na červených krvinkách obratlovců
  - *Zimnička třídní, čtyřdní, tropická*
    - Způsobuje malárii
    - Tropické a subtropické oblasti
    - Vázány na vlhko
    - Mezihostitel – komár anopheles
    - Střídání pohlavních a nepohlavních stádií
    - K rozmnožování dochází ve slinných žlázách samičky komára
    - V krvi se nepohlavně množí v červených krvinkách => praskne, napadá další krvinky
    - Malarické záchvaty, vysoké horečky
    - Léčba - chinin

### Kmen: Výtruseny

- Parazituje na bezobratlých a obratlovcích (ryby)
- mnohobuněční
- Napadá mezibuněčné prostory
- *Rybomorka pstruží*
  - Napadá pstruhy ve stádiu malinké rybičky => napadne lebku a nervovou tkáň => rybička si není schopna obstarat potravu => umírá vyhladověním
- *Rybomorky parmová*
  - Napadá parmy
  - Vyžírání svalovinu

### Kmen: Nálevníci (Ciliophora)

- Nejdokonalejší skupina
- Na povrchu buněčná stěna – pelikula = dvojitá membrána
- Na povrchu těla – brvy, modifikací vznikají cirry
- Má buněčná ústa, hltan, buněčná řiť



- Vakuoly – pulzující vakuola – osmoregulace
- potravní vakuola
- Neuromotorický aparát
- Jádro
  - makronukleus = velké jádro - řízení všech dějů v buňce
  - mikronukleus - rozmnožování
- Rozmnožování
  - Nepohlavní – příčné dělení
  - Pohlavní
    - konjugace = spojení buněk a výměna haploidních jader
    - Rozpad velkého jádra => malé jádérko se rozdělí 2x na 4 => 3 zanikají => jedno se vymění buněčnými ústy
- Potrava pro potěr, ryby
- Indikátor znečištěných vod
- *Vířenka*
- *Mrskavka*
- *Rournatka*
- *Plazivka*
- *Slávinka*
- *Trepka velká*
- *Bobovka*
- *Keřenka* – kolonie
- *Bachořci* – v bachoru a čepci přežvýkavců, štěpí celulózu

### Říše: Chromista

- Bičíkovci, jednobuněčné i mnohobuněčné vláknité, heterotrichální nebo s nepravými pletivy
- Buněčná stěna s polysacharidy
- Volná bičíkatá stádia mají jeden nebo dva nestejně dlouhé bičíky
- Výživa fotoautotrofní (sekundární endosymbióza), mixotrofní, chemoheterotrofní

### Kmen: Skrytěnky (Cryptophyta)

- Jednobuněční bičíkovci s dorzálně-ventrální stavbou buňky
- Chloroplast s chlorofylem a c, karoteny a xanthofyly
- Pyrenoid (bílkovinné tělísko, centrum fixace CO<sub>2</sub> v chloroplastu)
- Zásobní látka – škrob
- Nukleomorf – pozůstatek jádra endosymbionta
- Auto i heterotrofní
- Rozmnožování:
  - podélným dělením
  - výjimečně izogamický pohlavní proces
- Výskyt: sladkovodní, brakické, mořské, zejména jarní stojaté vody
- Význam: důležitá součást potravy zooplanktonu

### Kmen: Chromofyty (Chromophyta)

- Volně žijící bičíkovci aj. jednobuněční nebo řasy s vláknitými či pletivnými stélkami
- Dva nestejně dlouhé bičíky
- Chloroplasty s chlorofylem a a c, karoteny, xanthofyly a s pyrenoidem
- Zas. látka polysacharid a někdy olej
- Střídání haploidní a diploidní generace

### Třída: Zlativky (Chrysophyceae)

- Nejčastěji jednobuněční bičíkatí (výj. vláknité stélky)
- Auto i heterotrofní (fagocytóza bakterií)
- Často stigma
- Zás. látka chrysolaminaran a olej



- Někdy zkřemenělé buněčná stěna
- Sladké, čisté vody – při přemnožení zlatohnědé zbarvení vody, zápach rybiny, horší chuť

#### Třída: Rozsivky (Bacillariophyceae)

- Jednobuněčné případně koloniální řasy
- Dvoudílná křemičitá buněčná stěna
- Schránka – dno a víko („Petriho miska“)
- Významní producenti (40 – 45% oceánského uhlíku)
- Diatomit (křemelina) – hornina vzniklá z druhohorních a třetihorních rozsivek
- Pohlavní i nepohlavní rozmnožování
- Význam: producenti, vodárenství (přemnožení na jaře a na podzim), bioindikátory, vznik diatomitu
- *Bokovka*
- *Člunovka*

#### Třída: Hnědé řasy (Phaeophyceae)

- Vlákňité, heterotrichální nebo pletivné řasy
- Výskyt převážně v moři
- Rodozměna
- Pohlavní rozmn. (izo, anizo, oogamie)
- Nepohlavně zoosporami
- Vegetativně
- Hromadění jodu v těle
- Fotoautotrofní (chlorofyl a, c)
- Zásobní látka chryzolaminaran, olej, manitol
- Buněčná stěna – alginové kyseliny
- Produkce biomasy (⇒ využití)
- Bakteriostatické účinky (fukozan)
- *Chaluchy*
  - Spásání chaluh ovce v severských zemích
  - Palivo, hnojivo, výroba sody, potaše a jódu
  - Některé druhy jako pokrm
  - Výroba alginátů (využití v potravinářství, mikrobiologii, lékařství, zemědělství)
  - *Chaluha bublinatá*
  - *Bobulák*
  - *Hroznovice*

#### Kmen: Oomycety (Oomycota)

- Variabilní – využívají různé podmínky
- Ztratily plastidy – saprofyty, parazité
- Vlákňité, nepřehrádkované mycelium
- Buněčná stěna – plyglukany a celulóza
- Pohyblivé zoospory
- Pohlavní rozmn. - oogamické
- Voda, půda, parazité v rostlinách
- *Plíseň bramborová*
- *Vřetnatka révová*

### **Význam prvoků v přírodě**

- Čištění vod
- Součást planktonu – potrava
- Rozkladači - reducenti
- Podílejí se na vzniku hornin
- Původci chorob

- Paraziti
- Symbioti – trávení

### Význam prvků ve vztahu k člověku – chroby a jejich přenos

- Spavá nemoc – tripanosoma spavičná – přenos mouchou tse-tse (bodalka) – horečka, zduření mízních uzlin, anémie, rozhození spánkového cyklu, halucinace, záchvaty zuřivosti
- Trichomoniáza – bičenka poševní – přenos pohlavním stykem, u žen může způsobit potrat při těhotenství, u mužů málo
- Úplavice – měňavka úplavičná (krvavé průjmy, horečky)
- Toxoplazmóza – toxoplazma Gondii – přenos z koček - u těhotných žen poškození plodu, potrat
- Malárie – zimnička – přenos komár Anopheles
- Leishmania donovani - Černá nemoc Kala-azar – ztmavnutí pokožky, napadá vnitřní orgány (horečka, zvracení)
- Lamblióza – lamblie střevní – nákaza tenkého střeva - průjmy

### Teorie vzniku mnohobuněčnosti

#### – Invaginační

- Hackel
- Kulovitá kolonie → vchlípení dovnitř = invaginace → dvouvrstevný organismus – má ektoderm (povrch) a entoderm
- Ektoderm – vnější zárodečný list
  - Ochrana
- Entoderm – vnitřní zárodečný list
  - Výživa
- Vznikají prvoústa a prvostřevo
- Vajíčko → rýhování → morula (16 – 32 buněk) → buňky začínají vycestovávat k okraji → blastula (uvnitř dutina = blastocel) → invaginace → gastrula

#### – Imigrační

- Mečnikov
- Vychází z kolonie bičíkovců; jednotlivé buňky cestují postupně do středu
- Vcestování = imigrace
- Imigrují jen buňky schopné fagocytózy, rozmnožování a uspořádání do plochy
- Vznikají prvoústa a prvostřevo

#### – Plakulární

- Otto Bütschli
- předpokládá existenci plochého dvouvrstevného organismu (plakula) pohybujícího se po mořském dně (Dvouvrstevný = bilaterální)
- Když narazí na potravu, vytváří přechodnou trávicí trubici - spodní vrstva - potravní fce, svrchní vrstva – ochranná
- Tato teorie vysvětluje, proč se buňky entodermu specializovaly na trávení
- Trichoplax adherens – diblastika – vločkovci

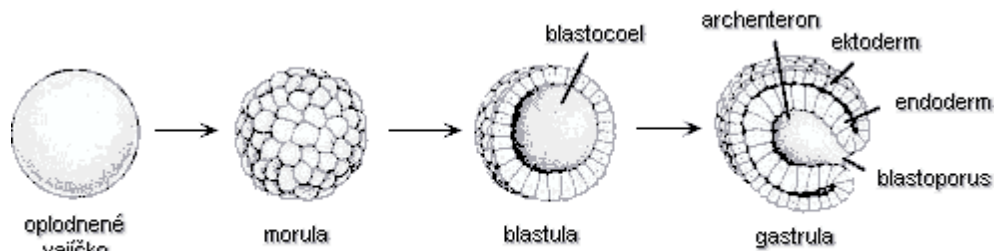
#### – Ciliární

- předchůdci mnohobuněčných byli mnohojaderní obrvení, ale ne bičíkovci
- Každé jádro kontrolovalo cytoplazmu okolo sebe → vytvoření buněčných membrán okolo těchto jader s částí cytoplazmy vedlo ke vzniku mnohobuněčného živočicha podobného nejjednodušším ploštěncům

### Blastogeneze a gastrulace

- Blastogeneze = Rýhování vajíčka
  - = embryogeneze

- řetězec mitotických dělení (nemění se počet chromozomů)
- rýhování: totální (savci – mají málo žlutku) a částečné (hmyz, ptáci, plazi – mají hodně žlutku); u žlutkového vajíčka se rýhuje pouze tzv. terčík, ne celý žloutek
- závislé na množství žlutkových rezerv obsažených ve vajíčku (výživa)
- vzniká mnohobuněčná morula – shluk buněk (minimálně 64) – žádná diferenciace
- rozestup buněk uvnitř moruly; blastulace → blastula (= blastocysta savců) – blastocel není to samé jako primární tělní dutina, protože neexistuje živočich, který by byl v tomhle stavu – je to nepravá tělní dutina
- Gastrulace
  - vchlipování povrchových buněk, vcestovávají do blastocoelu = gastrulace → vícevrstevné zárodečné stadium – gastrula – tvorba zárodečných listů = podle teorie invaginační
  - entoderm vystýlá budoucí trávicí dutinu → prvostřevo (archenteron)
  - komunikace s prostředím – otvor prvoústá (blastoporus)



Obr. Vznik gastruly

- u člověka je primární tělní dutina v trávicí soustavě – v těch částech, které jsou entodermálního původu

## Vznik zárodečných listů – Diblastica, Triblastica

- Diblastica
  - Mnohobuněční, mají pouze 2 zárodečné listy (ektoderm, entoderm)
  - Paprsčitá, radiální souvislost
  - Vločkovci
    - Neplatí radiální souvislost
  - Živočišné houby
    - Houba mycí, pohárová = poryfera
  - Žahavci
  - Žabernatky
- Triblastica
  - Živočichové se třemi zárodečnými listy (ektoderm, entoderm, mezoderm → kosti a svaly)
  - Většinou bilaterálně souměrní – dáno pohybem → vzniká před a zad
    - Hlavová část má smyslové ústrojí, nervovou soustavu
  - Nejrůznější prostředí
  - Ploštěnci, hlísti, měkkýši, kroužkovci, členovci, atd.

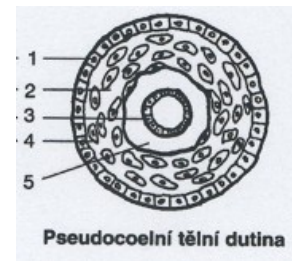
## Prvoústí a druhoústí

- Triblastica se dělí na dva řády
- Prvoústí
  - α řada – prvoústí
  - ústní i vyvrhovací otvor dohromady
  - schizocoel
    - Nepravá tělní dutina



Schizocoelní tělní dutina

- Není to jedna souvislá dutina, mohou se vytvářet malé dutinky
- Vyplněná mezenchymem, ve kterém plavou mezodermální buňky
- Ploštěnci
- pseudocoel
  - Nepravá tělní dutina
  - Vyvinula se ze schizocoelu
  - Dochází k potlačení parenchymu
  - Mezoderm se utváří, stabilizuje, ohraničení není zcela rovnoměrné, ještě jsou tam dutinky
  - Hlísti
- coelom
  - Pravá tělní dutina
  - Všichni ostatní živočichové
    - Nečlánkování
    - Článkování homononně
    - Článkování heterononně



### – Druhoústí

- β řada – druhoústí
- během ontogeneze vzniká z blastoporu nejprve řitní otvor a druhotně na druhé straně těla ústní otvor
- pravá tělní dutina

## Neurulace

- závěrečné stadium rýhování vajíčka – neurulace = vchlipování hřbetní části ektodermu, ze které vzniká základ NS (pozor, ne celá NS! – vlastně obecně se učí, že celá, ale většina odborníků s tím nesouhlasí, protože je to prostě nepravděpodobné a nepodložené; opírají se o imigrační teorii – prokazatelně existují v NS buňky, které jsou mezodermálního původu; mikroglie aj.)
- gastrula se základem NS = neurula
- neurulace probíhá od polostrunatců – mají chordu dorsalis

## Organogeneze – původ orgánů v zárodečných listech

- = vznik a vývoj orgánů
- buňky zárodku se začínají rozlišovat a specializovat
- tvoří se tkáně a rozvíjejí se orgánové základy
- ektodermální původ
  - pokožka a její deriváty (nehty, kožní žlázy), nervová soustava, vzdušnice hmyzu, výstelka začátku a konce trávicí trubice (epitel ústní dutiny a rekta), dřev nadledvin, zubní sklovina
- mezodermální původ
  - svalové tkáně, pojivové tkáně, vnitřní kostra, pohlavní žlázy a orgány, cévy, srdce, krev, výstelka pravé, druhotné tělní dutiny – coelomu (pohrudnice, pobřišnice), vylučovací soustava, škára, kůra nadledvin
- entodermální původ (=endodermální)
  - výstelka trávicí trubice (klky apod.), žlázy trávicí soustavy (játra a slinivka), výstelka dýchacích orgánů, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík

# Fylogenetický vývoj a funkce opěrných a pohybových soustav (včetně pohybů rostlin)

## Podotázky:

- 1) Hlavní a vedlejší funkce opěrných a pohybových soustav v závislosti na složitosti organismu a jeho prostředí
- 2) Opora a pohyb u jednobuněčných organismů
- 3) Opora a pohyb u mnohobuněčných organismů
- 4) Embryonální původ opěrných soustav a pohybových soustav
- 5) Vývoj jednotlivých částí opěrné soustavy u obratlovců
- 6) Tkáně svalové – charakteristika, typy
- 7) Tkáně pojivové – charakteristika, typy
- 8) Modifikace opěrných a pohybových soustav v závislosti na životním prostředí organismu
- 9) Fyzikální a vitální pohyby rostlin
- 10) Ohybové pohyby rostlin směrované a nesměrované

## Pojmy:

- **Taxe** – pohyb celé rostliny z místa na místo
- **analogické znaky** – znaky, které mají jiný původ, ale stejnou funkci (křídla hmyzu, křídla ptáků)
- **homologické znaky** – znaky, které mají stejný původ, ale různou funkci (plakoidní šupiny a zuby člověka)
- **exoskelet** – vnější kostra
- **hydroskelet** – skelet, jejímž základem je stomochord – soustava dutinek, svalů a primitivní chrupavky
- **ossifikace** – kostnatění chrupavky nebo vaziva
- **kožněsvalový vak** – u ploštěnců a hlístů – opora těla apohyb
- **myomery** – primitivní svaly u vodních živočichů
- **nastie** – neorientované pohyby rostlin
- **koheze** – typ fyzikálního pohybu rostlin založený na kohezi molekul vody
- **hygroskopické pohyby** – fyzikální pohyb rostliny založený na bobtnání

## Funkce opěrných a pohybových soustav

- Opěrná soustava
  - o Opora těla
  - o Určuje tvar organismu
  - o Ochrana orgánů (hrudní koš – srdce, plíce; lebka – mozek, smyslové orgány; krunýř)
  - o Pohyb - Upínají se na ní svaly
  - o Obrana
  - o Některé organismy nemají speciálně vyvinutou (medúzy, ploštěnci)
  - o Dva typy skeletu:
    - **Endoskelet**
    - **Exoskelet**
  - o Umístění skeletu v těle:
    - Na povrchu – kutikula členovců, krunýř želv
    - Pod povrchem – vápenité útvary v kůži ostnokožců
    - V tělní stěně – páteř a žebra obratlovců
    - Uvnitř pohybových orgánů – ploutve, křídla, nohy a ruce
- Pohybová soustava
  - o Pohyb – z místa na místo i částí těla – primárně za účelem získávání potravy

- Termoregulace
- Pomocná funkce k soustavě opěrné, trávicí (peristaltika a příjem potravy), oběhové, dýchací, rozmnožovací
- Existují nepohybliví se živočichové (endoparazité) – ALE pohyblivá vývojová stádia
- Formy pohybu:
  - Dočasné upevnění některé části těla k podkladu (přísavky)
  - Plazení
  - Pomocí článkovaných končetin
  - Plavání – ploutve
  - Létání – přizpůsobení předních končetin
- Umožňuje změnu tvaru orgánů

## Opora a pohyb u jednobuněčných organismů

### - Opora

- Vnější vrstva cytoplazmy – **ektoplazma** (tužší, homogenní)
- Prvoci – **pelikula** – od měkké až po inkrustovanou – krásnoočko, trepka
- Buněčná stěna
- Cytoskelet

### - Pohyb

- **Myonemy** – kontraktilní vlákna (stejná funkce jako myofibrily) – odlišné od myonem žahavců!
- Řasinky, bičíky, brvy, cirry – bakterie, prvoci
- Pseudopodia, cytoskelet

## Opora a pohyb u mnohobuněčných živočichů

### - Opora

- Porifera (živočišné houby) – vnitřní kostra mezogley (to co je mezi těmi dvěma vrstvami buněk) tvořena tzv. **sklerity** (vápenaté nebo křemičité jehlice – vznikají ze **skleroblastů**) – opírají se o sebe → vyztužení
  - Dále **spongiová vlákna** ze **spongioblastů** – spojují jehlice
- Žahavci – **sklerity**
  - Navíc mají vnější kostru – **periderm** (vápenitý, rohovitý (**koralin**), chitinový)
- Ploštěnci a hlísti
  - Parazité – není potřeba výtzuha těla – pouze u některých ploštěnců vápenaté destičky a jehlice
- Měkkýši
  - Mlži – **lastura** ze dvou částí tvořena modifikacemi uhličitanu vápenatého (**aragonit** a **kalcit**) – na povrchu se vylučuje **konchiolin** (látka podobná chitinu) – vnitřní perleťovou vrstvu tvoří **aragonit**
  - Plži – **ulita** z jedné části – střední vrstva ulity tvořena vápenatými hranoly uspořádanými do palisádové struktury – na povrchu se vylučuje látka podobná konchiolinu u mlžů (někdy i kutikula) – vnitřní vrstva tvořená krystalky **aragonitu**
  - Ojedinele **endoskelet** – zpevnění ústní pásky – **subdurální chrupavka** plžů
  - Hlavonožci – mozkové pouzdro a oporný systém chapadel z chrupavčité tkáně, dále **sépiová kost** (homologický útvar k povrchovým schránkám mlžů a plžů)
- Členovci
  - Jejich epidermis vylučuje na povrch **kutikulu** z **chitinu** (**exoskelet**)
  - **Sklerotinizace kutikuly** – tvrdnutí kutikuly – v oblasti hlavy
  - **Mineralizace kutikuly** – postupné inkrustování uhličitanem vápenatým
  - **Apodemy** – vchlípeniny kutikuly – **endoskelet** – nejčastěji na hlavě a hrudi
  - Hmyz roste jen v larválním stadiu – dospělý jedinec už neroste → umožnění inkrustace
  - Článkované končetiny

- Ostnokožci
  - Mezodermální původ
  - Tvořena polygonálními (mnohouhelníkovatými) **vápenatými destičkami**, které jsou spolu spojeny (pohyblivě i pevně) – každá destička z jednoho jehlicovitého krystalu kalcitu
- Polostrunatci
  - **Hydroskelet** – soustava svalů a dutin (coelom)
  - Systém dutiny ústní vyztužen primitivní chrupavkou
  - **Stomochord** – analogická struktura ke struně hřbetní

## - Pohyb

- Porifera – **myocyty** (=svalové buňky) – fungují jako svěrače
  - Dospělci se nepohybují, jejich vývojová stadia mají brvy
- Žahavci
  - Poprvé pravá svalová tkáň – **myoepitel** a z něj výběžky buněk – **myonemy**
  - Ektodermálního a endodermálního původu
  - Zatahovač ramen, svěrače ústní dutiny
  - Nezmaři mají **příchytný terč**, pomocí kterého se pohybují
  - **Planula** má povrch krytý brvami
- Ramenonožci
  - Složitá soustava svalů otvírajících misky – pohyb do stran, otvírání, zavírání
- Ploštěnci
  - **Kožněsvalový vak** – držení těla a pohyb
  - Vývojová stadia mají brvy
- Hlístí
  - Na kožněsvalový vak se upíná hladké svalstvo – napínáno tlakem tekutiny (pseudocoel)
  - Hlístice – svalové buňky uspořádány podélně pod epidermis, spojeny výběžky s nervovými buňkami
- Měkkýši
  - **Svalnatá noha** – pohyb, hrabání (mlži) – schopnost zatahovat tělo a nohu do schránky
  - Mlži – **svěrače** – zavírání schránek (uvnitř tzv. **svalový vtisk**) a otvírání (**vaz**)
- Kroužkovci
  - Buňky hladkého svalstva uspořádány do souvislých vrstev – **svalový vak** – periodické kontrakce umožňující pohyb
  - Silně vyvinutá **okružní svalovina** (nad podélnou)
  - Máloštětinatci – **hydroskelet coelomových váčků**
  - Mnohoštětinatci – **parapodia** – veslování (ale i dýchání a receptory)
  - Pijavky – vlnění těla díky mohutné svalovině
- Členovci
  - Svaly se upínají na povrch kutikuly
  - **Příčně pruhované svalstvo** – létající svaly hmyzu – výkonné
- Ostnokožci
  - **Ambulaklární soustava** – pohyb panožek (**pedicelarií**) – naplněná hydrolymfou (mořská voda + hemolymfa) – jemná hladká svalovina na povrchu – mení tlak hydrolymfy a tím i polohu
  - Vývojová stadia mají brvy
- Obratlovci
  - Velmi vyvinuté svalstvo
  - 3 typy:
    - **Hladká svalovina** – z embryonálního mezenchymu
    - **Srdeční svalovina**
    - **Příčně pruhovaná svalovina** – největší část svalů, při kontrakcích si zachovává svůj celkový objem



- 2 skupiny:
  - **Somatické** – příčně pruhované
  - **Viscerální** (vnitřní orgány) – hladké
- Podle funkce:
  - **Flexory, dilatatory, rotatory**
- U vodních uspořádáno do **myomer** (odděleny přepážkami - **myosepta**)
- Ryby
  - Žaberní oblouky z příčně pruhované svaloviny
  - Mají myomery – tvar „W“ – jejich postupnými stahy – vlnění
- Obojživelníci – vyvinuté svalstvo zadních končetin – skákání
- Plazi – náznaky **bránice** (jinak až u savců) – dýchací funkce
- Ptáci – mohutné létací svaly – prsní sval, podklíčkový sval, svaly zadních končetin
- Savci – plně vyvinutá bránice + mezižeberní svaly, **mimické svaly** obličeje

## Embryonální původ opěrných a pohybových soustav

- Opěrná soustava
  - Vnější kostra – ektoderm
  - Vnitřní kostra – mezoderm
  - Chorda dorsalis – vchlípenina endodermu
- Pohybová soustava
  - Převážně z mezodermu
  - Vyjímky:
    - Myoepitel u žahavců a svalstvo pseudocoelomata – z ektodermu a entodermu
    - Ploutevní lem larválních stádií ryb a obojživelníků z ektodermu (v dospělosti se rozpadá)
    - Svaly chapadel žabernatek z endodermu

## Vývoj jednotlivých částí opěrné soustavy u obratlovců

- Derivát všech tří zárodečných listů
  - rohovitě vrstvy epidermis z ektodermu
  - žaberní oblouky z neurální lišty ektodermu
  - dermální (= krycí; vždy plochá a umístěna těsně pod povrchem těla, vzniká osifikací přímo ze škóry) a chondrální (= náhradní, protože nahrazuje chrupavčité primordium, které vzniká chondrifikací z vaziva) kosti z mesodermu
- primární opěrná soustava = **chorda dorsalis** → odolná a pružná výztuha celého těla
  - z entodermu
  - vzniká podélným odškrcením z dorzální stěny prvostřeva
- primárním důvodem vzniku kostní tkáně je přebytek fosfokalcitových metabolitů v těle → tvorba osifikovaných tkání v okolí chordy → zakládají se centra obratlů → chorda v určitých místech zaškrcena (chorda ztrácí funkci výztuhy)
- endoskelet vs. exoskelet (= endesmělně vzniklé ploché povrchové kosti)
- lebka + osová kostra (= páteř, hrudní koš) + kostra končetin (= pletenec, volná končetina)
- lebka
  - **neurocranium** dělíme na neurální exocranium (vnější část schránky lebeční je tvořena dermálními kostmi) a neurální endocranium (vnitřní část schránky lebeční, tvořená kostmi enchondrálního původu)
  - **viscerocranium** lze rozlišit na viscerální exocranium (soubor dermálních kostí kryjících žaberní oblouky nebo jejich deriváty) a viscerální endocranium (elementy žaberních oblouků, vznikajících jako deriváty neurální lišty enchondrální osifikací)
- osová kostra
  - **páteř** tvořená z obratlů postupně zatlačujících chordu

- **hrudní koš** se skládá ze dvou částí: hrudní kosti (*sternum*) a na ni připojených žeber (tzv. pravá žebra)
- z druhé strany jsou žebra připojena k páteři
- **kostra končetin**
  - **pletenec lopatkový**: k páteři připojen pouze prostřednictvím svalů
  - **pletenec pánevní**: u rybovitých obratlovců pouze drobná trojúhelníkovitá párová či jednolitá kost, uložena ve svalovině × u suchozemských rozčleněna ve tři kosti navzájem spojených švy = k. sedací, k. stydká, k. kyčelní
  - **volná přední končetina**: k. pažní (*humerus*) a na ni navazující k. loketní (*ulna*) a k. vřetenní (*radius*)
  - **volná zadní končetina**: k. stehenní (*femur*), k. holenní (*tibia*) a k. lýtková (*fibula*)
  - distálně navazuje karpální a tarsální část končetiny (**zápěstí a zánártí**), které vznikly až u suchozemských obratlovců a umožňují ohyb
- paryby – chrupavčitá kostra, zachovaná chorda, lebka bez švů
- ryby – chorda zatlačená těly obratlů
  - různý stupeň osifikace kostry
  - **kostěné paprsky** – rozvětvené a nerozvětvené – v ploutvích
- obojživelníci
  - žebra pouze u ocasatých obojživelníků v trupové části těla
  - dobře vytvořená hrudní kost
  - **urostyl** – srůst obratlů v bederní části páteře
- plazi
  - dobře osifikovaná kostra
  - žebra se napojují na většinu obratlů (skoro po celé délce těla) – volná a pohyblivá
  - spánkové jámy – rozvoj žvýkacích svalů
  - tvorba **sekundárního patra** (krokodyli) – oddělení dutiny ústní a nosní
  - redukce končetin
- ptáci
  - kostra pevná a lehká (**pneumatizace kostí**)
  - bezzubý zobák krytý rohovinou
  - stydké kosti nejsou spojeny – průchod vajec
  - sternum s hřebenem
  - **sáňky** – srůst klíčních kostí
  - **symsacrum** – srůst bederních, křížových a některých ocasních obratlů
  - **pygostyl** – opora ocasních per
  - uzpůsobení prstů dolní končetiny – kráčivá, spár, šplhavá, veslovací, plovací, lemovaná, závěsná, snydaktilie (částečně srostlé některé prsty)
- savci
  - lebka připojená k páteři dvěma klouby
  - lebeční kosti spojeny švy
  - páteř má 5 částí – krční, hrudní, bederní, křížová (srůst v kost křížovou), ocasní

## Tkáně svalové – charakteristika, typy

- řada funkcí – viz podotázka 1
- kontraktibilita – stahem generují sílu
- excitabilita – schopnost přijímat a odpovídat na podněty
- extenzibilita – schopnost protáhnout se
- elasticita – schopnost vrátit se do původního stavu
- Hladká svalovina
  - Základní funkční jednotkou je protáhlá vřetenovitá jednojaderná svalová buňka – **myocyt**
  - Buňky těsně přiloženy k sobě, ale nejsou uspořádány do vláken

- v cytoplazmě myocytů jsou jemné sražitelné **myofibrily** – z **aktinu** a **myozinu** – jiná molekulární stavba myofibril než v příčně pruhovaných svalech, ale zasouvání aktinu a myozinu platí stejně
- **pomalejší** nástup vztahu, ale stah trvá **déle** než u příčně pruhované
- u bezobratlých většinou jediným typem svaloviny, u savců tvoří vůlí neovladatelnou část svalstva (orgány)
- příčně pruhovaná svalovina
  - pod mikroskopem je vidět žíhání – střídání aktinu a myozinu v myofibrilách
  - dlouhá **svalová vlákna** – každé vlákno je jedna mnohojaderná buňka – **rhabdomyocyt** – v cytoplazmě myofibrily, rozdělené přepážkami **sarkomerami** – příčné pruhování
- srdeční svalovina (=myokard)
  - tvořena buňkami **kardiomyocyty** – příčné pruhování díky sarkomerám
  - buňky spojeny interkalárními disky – jedno nebo dvě jádra
  - vlákna jsou spojena plazmatickými můstky – vedení vzruchu
- myoepiteliální svalovina
  - u žahavců – ekto a endodermálního původu
  - pozůstatky i u člověka – epiteliální tkáň schopná stahu – mléčné žlázy, duhovka

### Tkáň pojivové – charakteristika, typy

- mezodermální původ
- velký obsah mezibuněčné hmoty – 2 složky
  - **amorfní** – glykosaminoglykany
  - **fibrilární** – kolagen (želatina), elastin
- vyplňuje prostory mezi orgány nebo tyto orgány obaluje – oporná funkce
- vazivo
  - buněčná hmota rosolovitá (řidká vaziva), pevná a pružná (pouzřda orgánů, šlachy, vazy)
- chrupavka
  - buňky **chondrocyty** – tuhá, pevná, pružná, ale bez regenerační schopnosti
  - chrupavka sklovitá (hyalinní) – buňky po 2-3, kloubní chrupavky, úpony žeber
  - chrupavka vazivová – zřetelně vláknitá, velmi pevná, meziobratlové ploténky, spona
  - chrupavka elastická – v mezibuněčné hmotě elastické fibrily, ušní boltec, příklopka hrtanová
- kost
  - **osteocyty** – nejtvrdí z pojiv, mezibuněčná hmota obsahuje anorganické látky
  - vzniká **osifikací** z chrupavky nebo vaziva
  - kost kompaktní (hutná, lamerální) – souvislé lamely ve vrstvách kolem cév a nervů
  - kost houbovitá (spongiosní) – vzniká odbouráváním kompaktní kosti, obsahuje drobné dutinky, má trámčitou strukturu, kostní dřev (retikulární pojivo) → krvetvorba

### Modifikace opěrných a pohybových soustav v závislosti na životním prostředí organismu

- různé modifikace končetin v závislosti na životním prostředí organismu za účelem lepšího pohybu – křídla, létací blány, ploutve...

### Fyzikální a vitální pohyby rostlin

- pohyby rostlin většinou pomalé
- pasivní - s rostlinou něco hýbe – vítr, voda...
- aktivní – rostlina se hýbe sama
  - **fyzikální** – živé i odumřelé části rostlin
    - **mrštlivé** – netýkavka

- **kohezní** – výtrusnice kapradin
- **hygroskopické** – bobtnání, šišky
- **vitální** – pouze živé části, projevy dráždivosti
  - **loкомоce** (=taxe) – pohyb z místa na místo, celá rostlina
    - **chemotaxe, fototaxe, geotaxe** (gravitace), **termotaxe**
  - **ohyby** – pouze části rostliny
    - **samovolné** – vnitřní podnět
      - **nutační** – nevratné, ovíjení, kývání při klíčení
      - **variační** – vratné, mimóza klopí listy
    - **odvetné** – vnější podnět – **orientované** a **neorientované**

## Ohybové pohyby rostlin směrované a nesměrované

### - odvetné ohyby

- **orientované** (=tropismy) – záleží na smětu podnětu
  - **fototropismy** (slunečnice), **geotropismy** (pozitivní hlavní kořen, negativní stonky), **chemotropismy** (kořeny), **tigmotropismy** (styk s podložkou, opora)
- **neorientované** (=nastie) – mění se intenzita podnětu
  - **fotonastie** (rotevírání květů), **termonastie** (rozevírání tulipánů), **tigmonastie** (mimóza), **nyktinastie** (spánkové pohyby, šťavel)

# MO č. 14 - Fylogenetický vývoj a funkce dýchacích a oběhových soustav

## Dýchací soustava

- dýchací soustava = orgány zajišťující dýchání (respiraci), výměnu (příjem/výdej) dýchacích plynů mezi tělem a vnějším prostředím (vnější dýchání), dýchání je nezbytné pro život
  - celý povrch těla - buňky tvořící povrch těla, kůže
  - vzdušnice = tracheje
  - tracheální žábry
  - žábry
  - plicní orgány :
    - plicní vak
    - plášťová dutina
    - plynový měchýř
    - plíce (+ dýchací cesty)

### Funkce :

- výměna plynů
- vylučování
- imunita
- ???

### dýchací plyny:

- **Kyslík - O<sub>2</sub>**
  - zdroje: a) *vzduch* **21%** – živočichům dýchajícím vzdušný kyslík nehrozí nebezpečí nedostatku
  - b) *voda* **proměnlivé množství** – živočichové dýchajícím kyslík z vody můžou při jeho nedostatku zahynout
    - klesá se stoupající teplotou vody, se stoupající hloubkou stojaté vody, při hnilobných procesech ...
    - zvyšuje se s přítomností vodních rostlin (fotosyntéza)
    - mořská voda obsahuje při stejné teplotě méně kyslíku než sladká
  - z dýchacích orgánů je po těle rozváděn buď cévní soustavou (za účasti tělních tekutin), nebo přímo dýchací soustavou (tracheje) ( bez účasti tělních tekutin)
  - v těle slouží k okysličování tkání se zabudovanou energií získanou z živin v potravě; okysličováním takovýchto tkání se tato energie uvolňuje (metabolické procesy organismu)
- **Oxid uhličitý - CO<sub>2</sub>**
  - vzniká v tkáních při dýchání – zplodina látkového metabolismu (odpadní látka)

### Vnější (zevní) dýchání = alveolární

- výměna dýchacích plynů mezi vnějším (okolním) prostředím a krví (tělem)

### Vnitřní dýchání = tkáňové

- výměna dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi – výměna plynů uvnitř tkání živočicha; na úrovni buněk

-výstelka dýchací soustavy - **entodermální původ**

-žábry, vzdušnice, plicní vaky - vznikají vchlípením pokožky ⇒**ektodermální původ**

-plicní vaky, plynový měchýř, plíce- vchlípeniny hltanu ⇒ **entodermální původ**

## JEDNOBUNĚČNÍ:

– dýchání **celým povrchem těla** (bičíkovci, kořenonožci, paprskovci, výtrusovci, hlenky, nádorovky, nálevníci, krásnoočka, obrněnky)

## MNOHOBUNĚČNÍ :

**Diblastica** (dva zárodečné listy, radiální tělní souměrnost)

- houbovci (živočišné houby), vložkovci, žahavci, žebernatky, morulovci- dýchání **celým povrchem těla** (podmínkou je propustnost tělního povrchu pro plyny – tenkostěnné buňky epidermis - difúze přes cytoplazmatickou membránu buňky)

**Triblastica** (tři zárodečné listy, bilaterální souměrnost)

→ **Prvoústí se schizocoelní dutinou**

- **Ploštěnci** (ploštěnky, motolice, tasemnice) dýchají **anaerobně, celým povrchem** těla

- **Pásnice**- **celým povrchem** těla

→ **Prvoústí s pseudocoelní tělní dutinou**

- **Hlísti**- **celým povrchem** těla na základě difúze

→ **Prvoústí s coelomovou tělní dutinou-nečlánkované tělo**

- **Měkkýši**

- **plži**- u mořských plžů - jsou žábra (ctenidia), suchozemští- mají plicní vaky, které jsou druhotně vyvinuté, je to zrásněná a silně prokrvená (hemolymfou) část pokožky v plášťové dutině:

▶ **předožábří**- plášťová dutina se **žábry** leží vepředu před srdcem

▶ **zadožábří**: plášťová dutina je posunuta za srdce

▶ **plícnatí**- přes srdce, **plícní vak** (vzniká jako vychlípeniny pokožky) a potom celým tělem teče hemolymfa

- **mlži**- **párové žábry** v plášťové dutině

→ **Prvoústí s coelomovou dutinou- článkované tělo**

- **Kroužkovci** - **mnohoštětinatci** - mají **primitivní žábra**, vychlípenina pokožky, uplatňují difúzi

- **opaskovci**- dýchají **celým povrchem** těla, pokožka je silně prokrvená, uplatňují difúzi

- **Členovci**

- **trojlaločnatci**

- **klepítkatci** – přeměněný **1. pár končetin**, má fci dýchací

- o **pavoukovci** - pavouci-**plícní vaky** - jeden nebo více párů vakovitých vychlípenin na břišní straně zadečku. Vstup nebo vyústění počíná stigmatem. Vnitřní stěna dutiny je zrasena na způsob plátků, které jsou duté, vyplněné krvomízou, která sem přitéká z blízkého krevního splavu. Jsou kryté dýchacím epitelem (kutikulární). Vzduch se dostává mezi jednotlivé plátky, okysličená krvomíza je nasávána srdcem a rozváděna ke tkáním.

- **žabernatí** - koryši- **žábra** (uložena na okrajích těla pod hlavohrudním štítem, u některých jsou uložena na končetinách), drobní dýchají **celým povrchem** těla

- **vzdušnicovci**- **tracheje** = vzdušnice (sít' trubic tvořena chitinovou kutikulou a prstenci, jsou bohatě rozvětvené a zužují se - trachioly, takže přímo zasahují do buněk tkání), u larev hmyzu žijícího ve vodě dýchání **konečnickem** nebo **tracheálními žábrami** (tvar tenkých lupínek, vláken, keříčků, kryté dýchacím epitelem a uvnitř prostoupené tracheami)

- **spirakulum** – otvor do dýchací soustavy, většinou uzavíratelný

- o **hmyz** – soustava **vzdušnic** začínající stigmaty (otvory po stranách zadečku)

→ **Druhoústí – pravá tělní dutina**

- **ostnokožci**- systém vodních cév / chodeb, jimiž proudí mořská voda (**ambulakrální systém**)

- sumýši - **vodní plíce** (nasávání řítním otvor)

- **polostrunatci** – jícen má dvě řady dýchacích žaberních štěrbin = **jícnové dýchání**

- **strunatci** – **perforovaný hltan**, dýchací funkce, vznikají párové žaberní štěrbin, u nižších – celý život, u vyšších – určitá fáze embryonálního vývoje
  - **pláštěnci** – **žaberní štěrbin** (proděravělý hltan)
  - **kopinatci** (bezlebeční) – **žaberní štěrbin** + **celým povrchem** těla
  - **obratlovci** – **žábra** - vznik z hltanu, **plíce** – vychlípeniny hltanu, **plicní vaky**

### obratlovci se žábami

- **bezčelistnatci - kruhoustí - mihule** – **žábra**, žaberní koš a v něm 7 žaberních otvorů, v každém otvoru **žaberní lupínky**
- **čelistatci**
  - **paryby**
    - o **5 žaberních oblouků**, které nejsou kryty skřelemi
    - o hltan vytváří **žaberní koš**, který je perforovaný a vyztužený pěti páry žaberních oblouků. Voda vstupuje do těla ústním otvorem, vstupuje do žaberního koše a ven vytéká žaberními štěrbinami.
    - o žraloci: 5 žaberních oblouků mezi nimi jsou žaberní štěrbin
    - o **spirakulum** – přídatný dýchací otvor, původně vzniklý ze žaberních štěrbin
  - **ryby**
    - o perforovaný hltan - žaberní koš vyztužen **4 páry žaberních oblouků**, které jsou kryty **skřelemi** (na okrajích skřelová blána). Pohybem blány je zajištěn pohyb vody. Mezi oblouky jsou štěrbin. Na povrchu žaberních oblouků jsou žaberní plátky tvořené žaberními lupínky, které zvětšují plochu. Řada ryb má vyvinut **plynový měchýř**.
      - dvojdyšní – **žábry**, vzdušné (**plicní vaky**) – jde o vychlípeniny ventrální (přední) strany hltanu, choany – vnitřní nozdry
      - **paprskoploutvi - sekavcovití** – dýchají pomocí **žáber**, ale přijímají i vzdušný kyslík přes sliznici **střeva**

### obratlovci s plícemi = vývojové zdokonalení plicních vaků

- **Obojživelníci**
  - larvy – dýchají pomocí **vnějších žáber**, kůže slouží k **povrchovému dýchání** – až 90 %
  - dospělci – nozdry » dutina ústní » hrtan » plíce, **plíce** – dva duté vaky, mírně zvrásněné nebo hladké, jsou tenkostěnné (vychlípeniny jícnu), dýchací plocha velmi malá – pouze povrch, dýchání **pomocí kůže** – účastní se z 50 % (bez tohoto dýchání » udušení)
  - v hrtanu – hlasívkové vazy (kvákání), zvuky jsou zesilovány rezonančními vaky
  - protože nemají hrudní koš, tvrdé patro ani bránici, **vzduch polykají**, úlohy vzduchové pumpy plní svalovina dna ústní dutiny
  - **choany** – vnitřní nozdry (dál již u všech)
  - beznozí (červoři) – vyvinuta pouze jedna pravá plíce
- **plazi**
  - **plíce**
  - Dýchání se neúčastní pokožka. Dýchání je založeno na součinnosti poplicnice a pohrudnice.
  - plíce – zrasené (hadi mají jen **jednu plíci**, syčení vzniká vypuzováním vzduchu z plic), mezižaberní svaly » velká výkonnost dýchací soustavy, nemají žádné hlasové ústrojí
  - krokodýlové – **bránice** - napomáhá dýchání
  - **želvy**: velké **houbovité plíce**, problematické dýchání v krunyři » využívají **končetiny** k dýchání, mořské želvy i doplňkové dýchání **sliznicí úst a konečníkem**
  - poprvé se objevuje **sekundární patro** (první krokodýlové)



## - ptáci

### - plíce a vzdušné vaky

- nejdokonalejší dýchací soustava, přestože plíce jsou poměrně malé s trubkovitou stavbou, jsou bohatě větvené a prokrvené.
- dýchací cesty začínají na zobáku v nozdrách » dutina nosní » hrtan » průdušnice » průdušky - v oblasti větvení (bifurkaci) je **syrinx** (hlasové ústrojí), průdušnice složena z prstenčitých chrupavek, každá průduška se větví na dvě průdušinky = bronchioly, ty ústí do plic. sklípků (alveol)
- plíce – houbovitá tělesa hodně prokrvená, z plic vybíhají **vzdušné vaky**, ty zasahují mezi vnitřní orgány do svalů a kostí, **pět párů** – 1. funkce – dvojí dýchání ptáků (za letu a v klidu), 2. funkce – snižuje specifickou váhu těla, zabraňuje přehřátí za letu, zvyšuje okysličení krve
- dva typy dýchání:
  - o v *klidu* - pohybem hrudního koše je vzduch nasáván do plic a vzdušných vaků a zpět
  - o *za letu* – pohyb hrudního koše je omezen stažením hrudních svalů, při zvednutí křídel je vzduch částečně nasáván do plic a vzdušných vaků a při poklesu křídel proudí kyslík ze vzdušných vaků do plic » dokonalé okysličení krve i ochlazení těla
- běžci » kiviové – dlouhý zobák, na konci nozdry
- létaví » trubkonosí – na zobáku – nozdry – protažený v trubičky (vylučování soli, registrace vzdušných proudů)

## savci

- nozdry » dutina nosní » nosohltan (společný pro trávicí a dýchací soustavu, **hrtanová záklopka**, hlasové ústrojí v hrtanu)
- chrupavčité hlasivky » hrtan » průdušnice » průdušky » průdušinky » alveoly (plicní sklípky, zvětšují povrch plic)
- vejcorodí – **bránice**
- živorodí » chobotnatci- **citlivý úchopný orgán** (= chobot – srůst prodlouženého nosu s horním pyskem) – dýchací funkce

## Vysvětlivky:

**Tracheje:** (trubičky sloužící k dýchání, celým tělem, ve všech orgánech a částech), tracheje začínají na povrchu těla jako stigmata, v těle se postupně větví, stigmata jsou kryta výrůstky, které chrání vzdušnice před ucpaním, stěny jsou tvořeny tenkou biomembránou a mají velmi snadnou průchodnost, probíhá zde difúze dýchacích plynů

**Stigmata:** párové průduchy, uzavíratelné otvůrky na zadečku, kryty štětkami a chloupky = ochrana před nečistotami

**Vodní plíce:** vychlípenina střeva, dýchací a vyluč. funkce

**Žaberní štěrbin:** proděravělý hltan sloužící k dýchání

**Skřele:** trojúhelníková destička pokrytá kůží, na okrajích přechází ve skřetovou blánu » vytváří podtlak – zajišťuje průtok vody skřelemi omývá žábra » výměna plynů  
-voda prostupuje přes dutinu ústní » hltan » žábra » voda vytéká pod žabrami

**Plynový měchýř :** vychlípenina trávicí trubice, funkce : hydrostatická, dýchací, sluchová

**syrinx:** orgán s hlasivkovými vazy, které jsou proudem vzduchu rozechvívány

## Dýchání umožňují dýchací pohyby:

- expirace (výdech): je vypuzen vzduch opotřebovaný, obohacený CO<sub>2</sub>,
- inspirace (nádech): je nasáván vzduch čerstvý

-Prakticky všechny organismy provádějí nějaké **ventilační pohyby** zajišťující obnovu prostředí kolem dýchacích orgánů

- polykání vzduchu (některé ryby, ale zejména žáby)
- pohyb skřelí kolem žaberní dutiny
- zvětšování a zmenšování objemu zadečku hmyzu
- kmitání částí těla nitěnek či larev pakomárů

-Pokud se nehýbe organismus, pohybuje se kolem dýchacích orgánů prostředí (vzduch, voda)

## Různá přizpůsobení dýchacích orgánů:

- dýchací zvon pavouka vodoucha
- dýchací aparát kukel muchniček – dovoluje dýchat na suchu i ve vodě
- plastronové dýchání vodního hmyzu – využívá fyzikální zákonitosti výměny plynů mezi vodou a bublinou vzduchu, která je zachycena na jemné kutikulární plsti někde na těle. Je nutná pravidelná obnova vzduchové vrstvy, protože se rozpouští ve vodě.
- Polykání vzduchu do střeva – ryby (piskoř)
- Myoglobin – 1 hem, 1 globin – velká afinita ke kyslíku, hlavně u vodních obratlovců

-**Anaerobionti – nedýchají O<sub>2</sub>** – v prostředí není. Následkem toho je odpadní produkt vzniklý štěpením organické látky ještě energeticky bohatý.

-Jde buď o organismy zvané jako sapropelní (žijící v bahně) nebo parazitické, žijící uvnitř těla hostitelů (endoparazité)

-Někteří mají schopnost střídat aerobiotický a anaerobioický metabolismus (karas)

## Oběhová soustava

- oběhová soustava je původu **mezodermálního**

### Funkce:

- vytváří stálé vnitřní prostředí (homeostáza)
- přenos látek: živiny, kyslík, oxid uhličitý, odpadní látky, hormony, protilátky
- termoregulace
- u jednoduchých organismů tekutiny jen mezi buňkami – zdlouhavé- vedlo k vytváření cévních systémů

**TĚLNÍ TEKUTINY** – buněčné (cytosol), mimobuněčné (tkáňový mok)

a) **hydrolymfa** - míza + voda

- soli, bílkoviny, améboidní buňky
- žahavci, ploštěnci, ostnokožci

b) **hemolymfa** (krvomíza) – větší množství bílkovin, některé obsahují asimilační barviva (schopnost přenosu dýchacích plynů), u neuzavřených oběhů

- améboocyty
- většina bezobratlých – členovci

c) **tkáňový mok + lymfa + krev**

tkáňový mok – tekutina bez buněk (výjmečně bílé krvinky)

lymfa – ve speciálních cévních útvarech, vzniká z tkáňového moku, obsahuje větší množství lymfocytů, mízní ústrojí se poprvé vyskytuje u paryb, je to otevřený systém ústící do cévní soustavy, důležitá role v obraně organismu

krev- obíhá v uzavřeném systému, skládá se z tekuté složky plazmy (voda, minerály, organické látky) a z krevních buněk (krvinky + krevní destičky)

## JEDNOBUNĚČNÍ A DIBLASTIKA

- cévní soustava se nevytváří

- 1) **Prvoci** – transport látek ve váčcích nebo difúzí
- 2) **Porifera** – amébocyty - buňky, které se volně pohybují v mezoglee a roznáší potravu a metabolity
- 3) **žahavci** – u polypů se látky šíří difúzí, u medúz difúze + gastrovaskulární soustava (hydrolymfa)

## TRIBLASTIKA

- 1) **Ploštěnci** – hydrolymfa mezi buňkami
- 2) **Pásnice** - cévní soustava se vytváří – 1 hřbetní + 2 postraní cévy- jsou propojeny postranními (okružními) cévkami, mají uzavřený systém bez srdce – tekutina se pohybuje tlakem při pohybu
- 3) **Hlísti** – živiny se pohybují pomocí svaloviny, cévní soustava není vytvořena, i u většiny ploštěnek
- 4) **Měkkýši** – cévní soustava otevřená, krvomíza – někdy vytváří až 50 % objemu těla, u hlavonožců 5 %, obsahuje barvivo hemocyanin (nosič Cu), centrum soustavy vytváří **tepenné srdce**, které leží za dýchacími orgány a prochází jím okysličená krev, srdce má jednu komoru a 1-4 předsíně (souvisí s počtem žaber: plž 1, mlž 2, hlavonožec 2/4), je uložené v osrdečníku (= vazivová blána), který je napojen na různě dokonalý systém cév, okysličená tělní tekutina je vytlačována stlačením srdce do tělní dutiny (mimo oběhový systém), dochází k okysličení buněk (odkysličení tělní tekutiny), poté je tekutina odsána systémem cév, odvedena do vlásečnic a okysličená v žábrech nebo v plicích a opět putuje do srdce; hlavonožci - téměř uzavřená soustava (skoro ke všem buňkám)
- 5) **Kroužkovci** – uzavřená cévní soustava, hřbetní a břišní céva – v každém článku jsou propojeny polokruhovitými chodbičkami (cévkami), funkci srdce přebírá **hřbetní céva** (trubicovité srdce) – v každém článku je rozšířena, pohyb krve od hlavy k zadní části, u některých skupin mohou pulsovat i postranní cévky, oddělení krve (5%) a mízy (20% objemu těla)
- 6) **Členovci** – uzavřená cévní soustava – redukce systému jen na srdce – vzniká přeměnou hřbetní cévy, poměrně velké, po stranách srdce jsou štěrbinové – **ostie** - slouží k nasávání hemolymfy – díky speciálním vazům (zkracování, prodlužování), nasávání je pasivní (srdce ho neovlivňuje), redukce v návaznosti na DS - pokud jsou žábra – rozvinutější cévní soustava, celý povrch těla – méně dokonalá  
- vzdušnicovci – rozvod plynů vzdušnicemi
- 7) **Ostnokožci** – pseudohemální soustava - primitivní CS, vztah k ambulakální soustavě – je otevřená, mají hydrolymfu, pohyb tekutin je pasivní
- 8) **Pláštěnci** – larvy uzavřená CS; dospělci otevřená CS, srdce leží na břišní straně, NS na zádech, srdce je vakovité, 3 typy krevních buněk, speciální barvivo – hemovanadin
- 9) **Bezlebeční** – CS je uzavřená (dále už u všech), uspořádání cév je podobné jako u vyšších, nemají srdce (druhotně ztracené), krev je bezbarvá, nemají červené krvinky, kyslík se difúzí dostává do krve - v plazmě k buňce
- 10) **Strunatci** – uzavřená CS, tepny + žíly + vlásečnice + srdce (cor)

**Srdce** = rozšířenina největší tepny – je uložené v blanitém nebo chrupavčitém **osrdečníku** (pericardium), bývá trubicovitě (nejjednodušší) – dochází k dalším úpravám (esovité prohýbání – spirálovité stáčení – vnitřní členění), u vodních obratlovců jím prochází jen krev odkysličená:

Rozděleno na 4 části:

- žilní splav (sinus venosus)
- Předšíň (atrium cordis)
- Komora (ventriculus cordis)
- Srdeční násadec (conus arteriosus)

Žilní splav – tenkostěnný, hladká svalovina, u vodních obratlovců, přetrvává u obojživelníků, vstupují do něj všechny žíly mimo plicních

Srdeční násadec – obojživelníci + vodní, u kostnatých ryb je zredukován, je nahrazován tepenným násadcem (většinou tepe)

- S přechodem k suchozemským je trend oddělovat okysličenou a odkysličenou krev - Srdce se v průběhu přechodu na souš podélně dělí – oddělení okysličené a odkysličené

### Mízní oběh

- otevřený systém, poprvé u paryb
- slepé mízní vlasečnice (mezi jednotlivými buňkami) – mízní žíly – mízovody – kardiální žíly nebo horní dutá žíla (ústí do krevní soustavy -společně tvoří uzavřenou soustavu, přispívá k vytvoření vnitřní rovnováhy = homeostázy)
- pohyb – pomalý, pomocí stahování svalů, mohou vznikat mízní srdce (u nižších obratlovců, končí u plazů)
- u krokodýlů, některých ptáků, savců – přítomny mízní uzliny (bílé krvinky, čištění mízy → obranyschopnost)

**kruhoústí** – žilný splav, předšíň, komora, tepenný nástavec = jednoduché srdce, mízní soustava není, jen v náznaku – dutiny v horní části těla obsahují tekutiny podobné míze, 1 oběh

**paryby** – srdce má 4 části (žilný splav, předšíň, komora, tepenný nástavec), v krvi je velké množství močoviny – řeší tím osmózu, mízní soustava přítomna ⇒ dobrá obranyschopnost, 1 oběh

**ryby**- malé změny, u dvojdyšných - plicní vaky a dochází k částečnému rozdělení srdce – předšíň pomocí specializované podélné řasy (přepážky) – často zasahuje až do komory, míšení krve v srdci, poměrně dokonalý mízní systém, 1 oběh, mají oválné červené krvinky s jádrem

**obojživelníci** – malý (plicní) a velký (tělní oběh) – dokonalé rozdělení, předšíň rozděleny na 2 části, komora nerozdělená – ale stále míšení, → do těla a plic krev smíšená, poměrně dokonalý mízní systém – s mízními srdci, lymfatické vaky pod kůží, mají oválné červené krvinky s jádrem

**plazi** – 2 předšíň +1 komora, u krokodýlů je komora téměř rozdělena na 2 části, mají oválné červené krvinky s jádrem

**ptáci** – 4 části srdce – levá - okysličená, pravá – odkysličená, mají oválné červené krvinky s jádrem

**savci** - 4 části srdce – levá - okysličená, pravá – odkysličená, bikonkávní kulovité červené krvinky (velbloudi ale oválné !!!)

### aorta

- savci – levý oblouk
- ptáci – pravý oblouk

- ostatní – oba - rozštěpená

### Typy srdce

- **tepenné (arteriální):** v cévní soustavě leží za dýchacími orgány, takže nasává již okysličenou krev. V typické podobě se vyskytuje u živočichů s otevřenou cévní soustavou (např. korýši, klepítkatci, měkkýši)
- **žilné (venózní):** nachází se před dýchacími orgány, takže nasává odkysličenou krev z těla. Setkáváme se s ním u kruhoústých, paryb, ryb a u larev obojživelníků.
- **smíšené (arteriovenózní):** nasává současně okysličenou krev z dýchacích orgánů a odkysličenou krev z těla. Krev vstříkovaná do těla je nasycena kyslíkem jen částečně. Tento typ srdce je charakteristický pro dospělé obojživelníků a pro plazy
- **čtyřdílné srdce ptáků a savců.** Žilné srdce (pravá předsíň a komora) přijímá odkysličenou krev z těla a transportuje ji do plic, tepenné srdce (levá předsíň a komora) obstarává přísun okysličené krve z plic a její rozvod do těla.

## Podotázky:

- Hlavní a vedlejší funkce dýchací soustavy v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- Hlavní a vedlejší funkce oběhové soustavy v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- Příjem a transport látek (včetně dýchacích plynů) u živočichů bez coelomu
- Příjem a transport látek (včetně dýchacích plynů) u živočichů s coelomu
- Embryonální původ dýchacích soustav a oběhových soustav
- Typy dýchacích soustav
- Typy oběhových soustav
- Adaptace dýchacích a oběhových soustav na životní prostředí organismu
- Ventilační pohyby
- Tělní tekutiny

## Odborné pojmy:

- plášťová dutina
- syrinx
- vzdušný vak
- stigma
- spirakulum
- choany
- sekundární patro
- pseudohemální soustava
- hemolymfa
- žilný splav

# Fylogenetický vývoj a funkce trávicích soustav organismů

## Podotázky:

- 1) Hlavní a vedlejší funkce trávicích soustav v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- 2) Embryonální původ trávicích soustav
- 3) Typy trávicích soustav, typy trávení
- 4) Mechanické zpracování potravy
- 5) Trávicí žlázy, trávicí enzymy
- 6) Výstelky trávicích trubic
- 7) Adaptace trávicích soustav (včetně příjmu a zpracování potravy) na životní prostředí
- 8) Adaptace trávicích soustav (včetně příjmu a zpracování potravy) na typ přijímané potravy
- 9) Symbióza v trávicím traktu
- 10) Parazitismus v trávicím traktu

## Pojmy:

- **intracelulární trávení** – trávení v buňkách
- **gastrovaskulární soustava** – trávicí soustava ploštěnců – slouží zároveň i k rozvodu živin po těle
- **blastoporus** – první otvor v embryonálním vývoji (stadium blastuly)
- **hepatopankreas** – žláza plnící funkci jater i slinivky
- **karnivoři** - masožravci
- **filtrátoři** – mikrofágové – přijímají potravu filtrací
- **vole** – adaptace ptáků – uchovávání potravy v jícnu
- **tyflosolis** – ohyb střevní sliznice u máloštětinatců – slouží k zvětšení povrchu střeva a zvýšení absorpce
- **mastax** – uzpůsobení hltanu vířníků ke žvýkání
- **mimotělní trávení** – natrávení potravy mimo tělo – vystříknutí enzymů

## Funkce

- Trávení – proces rozkladu potravy, aby její komponenty mohly vstupovat do metabolických procesů
- Látkové řízení
- Příjem potravy, mechanické a chemické zpracování potravy, vstřebání živin, odstarění nestavitelných zbytků
- Je vyvinuta o většiny živočichů – pouze někteří endoparazité ji nemají (pro své metabolické procesy používají produkty trávení organismů, na kterých parazitují)

## Embryonální původ trávicích soustav

- **Archenteron** (prvostřevo) vzniká vchlípnutím blastuly - **gastrulace**
- Tímto procesem se zakládá druhý zárodečný list – **entoderm**
- Většina z **entodermu** – výstelka trávicí trubice, játra, slinivka břišní, kloaka
- ústní a řitní otvor z **ektodermu** (i zubní sklovina a začátek trávicí trubice - hltan)
- U prvoústých (**protostomia**) zůstává ústním otvorem **blastoporus** (prvoústa, první otvor v embryonálním vývoji organismu po vchlípnutí ektodermu) a **anus** (řitní otvor) se eventuálně prolamuje na opačné straně
- U druhoústých (**deuterostomia**) se v místě blastoporu prolamuje anus a ústní otvor se prolamuje na opačné straně (druhoústa)

## Typy trávicích soustav

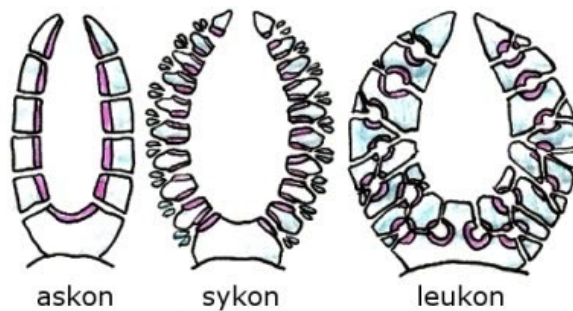
- **Žádná**
  - o Zakrnělé krátce žijící formy (některý hmyz – např. **moli** – nepřijímají potravu)
- **Celým povrchem těla**
  - o Jednobuněčné organismy



- Někteří mají vyvinuté stálé trávicí orgány – buněčná ústa (**cytostom**), buněčný hltan (**cytopharynx**), **peristom** (prohluběň v pelikule), potravní vakuoly, buněčná řiť (**cytopyge**)
- Přijímání potravy pomocí:
  - **fagotrofie** = přijímání potravy v podobě pevných částic trávicí soustavou
  - **fagocytóza** = trávicí soustava nevyvinuta (jednobuněční), přijímání potravy ve váčcích vzniklých vchlípnutím plasmatické membrány – chybí specializované orgány
  - **pinocytóza** = jako fagocytóza, ale přijímá se okolní roztok s potravní suspenzí – chybí specializované orgány
  - **osmotrofie** = příjem potravy ve formě roztoku celým povrchem těla, např. střevní endoparaziti

#### - Paragastrální dutina (spongocoel)

- Houby
- V průběhu ontogenze blastoporus zarůstá a na druhém konci těla se vytváří nový otvor (**osculum**) – vyvrhování
- Spongocoel je vystlán límečkovitými buňkami (**choanocyty**) – tvoří **choanoderm**
- Trávení probíhá v potravních vakuolách choanocytů, u pokročilejších v **amébocytech** (středí vrstva) – intracelulární trávení
- 3 typy:
  - **askon**: jednoduchý vak pokrytý choanodermem
  - **sykon**: tělní stěna zprohýbána, choanoderm pouze v záhybech spongocoelu
  - **leukon**: potravní záhyby se zcela oddělily a vytvořily choanové komůrky „uvnitř“ tělní stěny



- Potrava je přijímána četnými otvůrkami ve stěnách (**ostie**)

#### - Láčka (coelenteron)

- Žahavci
- Jediný otvor – přijímání i vyvrhování potravy – **hypostom** – vyvýšený nebo částečně vchlípený
- Láčka může být nerozvětvená (nezmar) nebo členěná přepážkami (medúzovci, korálnatci – podobná gastrovaskulární soustavě)
- Uchopování potravy pomocí **knidoblastů** (žahavé buňky)
- Kombinace extracelulárního a intracelulárního trávení – **choanoderm** produkuje enzymy, potrava je poté dotrávena v potravních vakuolách (přijata fagocytózou nebo pinocytózou)
- U koloniálních jsou jedinci specializovaní na příjem potravy (**gastrozoidi**) – propojené láčky (**coenosark**)

#### - Gastrovaskulární soustava

- Ploštěnci
- Jeden otvor na ventrální straně těla
- **Vychlípitelný hltan** (stěny vyztužené svaly, z ektodermu) – vede do větvených chodeb, které rozloženou potravu rozvádějí po těle (ploštěnci) – gastrovaskulární dutina
- Nejjednodušší tyto soustavy – **trávicí parenchym** (bezstřevé ploštěnky)

#### - Trávicí trubice

- 2 konce
- Nejdokonalejší typ – poprvé u **pásnic** (příbuzní ploštěncům)
- Vznik prolomením druhého otvoru ve stadiu gastruly

- Je členěná na
  - Ústní, přední část (**stomodeum**), střední část
  - Střední střevo (**mesenteron, mesodeum**)
  - Zadní, koncové střevo (**proctodeum**)
- Výstelka střední části a z ní pocházející žlázové buňky (játra, slinivka) – entoderm
- Stomodeum, proctodeum a buňky přídatných žláz (slinné, konečnickové a malpighické trubice hmyzu) – ektoderm
- Na stavbě orgánů se podílejí všechny tři zárodečné listy (svaly, pojivo, nervy)
- 2 typy:
  - **Protostomia** - blastoporus zůstává ústy, koncová část se vytvoří druhotně
    - U této skupiny bývá ektodermální část dlouhá, složitě stavěná, mezodeum naopak krátká, často jednoduchá trubice. (Patří sem všichni bezobratlí kromě kmenů Chaetognatha, Pohonophora, Hemichordata, Echinodermata, Tunicata, Cephalochordata)
    - dorzálně umístěná nervová uzlina (mozek) v hlavovém konci těla, pak objícnová spojka k podjícnové uzlině, odkud na ventrální (břišní) straně těla jdou nervové provazce směrem vzad. Nervová soustava je umístěna převážně pod trávicí trubicí
  - **Deuterostomia** - druhotně se prorazí ústní otvor, zatímco prvoústa se stávají otvorem vyměšovacím. Entodermální úsek bývá dlouhý, s množstvím přídatných žláz, ústní i a koncová část jsou naopak krátké. (Všichni obratlovci, včetně kruhoústých, a výše uvedení bezobratlí)
    - centrální nervová uzlina (mozek) i nervová trubice (mícha) jsou na hřbetní části těla, tedy nad trávicí trubicí
    - Základní schéma trávicí trubice (různé modifikace):
      - Ústa (**stoma, os**)
      - Dutina ústní (**cavum oris**) – přídatné žlázy (slinné, jedové, hlenové), první trávicí enzymy, zuby (řezáky, špičáky, třenové, stoličky) – **primární** (ryby a primitivní tetrapodi – patro tvořeno bazí neurokrania) nebo **sekundární patro** (expanze kostní tkáně odpředu dozadu, nakonci měkké patro oddělující ústní dutinu od nosohltanu)
      - Hltan (**pharynx**) – většinou svalnatý (posun potravy), žlázy (mucinózní, serózní, speciální)
      - Jícen (**oesophagus**) – posun potravy, zvlhčování, někdy i shromažďování a natrávení (ptačí vole, potravní váčky sociálního hmyzu atd.)
      - Žaludek (**ventriculus, gaster**) – vlastní žláznatá část střeva (mesenteronu) – štěpení proteinů
        - Žláznatý a u některých ptáků i svalnatý (gastrolity)
        - Předžaludky přežvýkavců (**bachor, čepec, kniha – slez** (vlastní žaludek))
        - Vakovitý (většina savců) – **česlo, tělo, vrátník**
      - Střevo
        - Tenké (**intestinum tenue**) – u savců dvanáctník (**duodenum**), lačník (**jejunum**), kyčelník (**illeum**) – rozklad zažitiny (**chymus**) a tráveniny (**chylus**)
        - Slepé (**intestinum coecum**) – u hlodavců silně vyvinuté s trávicí funkcí
        - Tlusté (**intestinum crassum, colon**) – tračník vzestupný (**ascendens**), příčný (**transversus**), sestupný (**descendens**) – regulace vodního režimu, tvorba exkrementů
      - Konečník – ovládaný vůli – ektoderm
      - Řitní otvor (**rectum**)

## Typy trávení

- **Intracelulární** (uvnitř buněk – prvoci, houby, částečně žahavci) a **extracelulární** (mimo buňky, v lumen trávicí trubice) trávení
- **Interní** a **externí** trávení (vyučování trávicích šťáv do kořisti nebo do těla hostitelského organismu - pavouci)

### Mechanické zpracování potravy

- Probíhá po přijetí potravy – v ústní dutině, popř. žaludku
- Různorodé způsoby, popřípadě může i chybět
- Savci pomocí **zubů** (deriviáty plakoidních šupin, vznik osifikací subdermálního vaziva) a **slin**
- **Plakoidní šupiny** paryb (homologické k zubům - žraloci mají i zuby)
- **Radula** (chitinová jazyková páska) u měkkýšů – vyztužená chrupavčitou subdurální destičkou
- **Gastrolity** u ptáků – kámen v žaludku
- **Vířníci** mají destičky ve svalnatém žvýkacím hltanu, opatřené zoubkovitým okrajem a zubovitými výběžky
- **Mnohoštětinatí červi** mají chitinózní čelisti (navíc inkrustovanou CaCO<sub>3</sub>) ve vychlípitelném hltanu

### Trávicí žlázy

- Poprvé u vířníků – **slinné žlázy**
- Slinivkojaterní žláza (**hepatopankreas**) – produkce trávicích enzymů
  - o U měkkýšů, desetinožců a pavoukovců
  - o I u dravých ryb – splnutí jater a slinivky
- **Repugnatoriální žlázy** (členovci) – ústí do trávicí trubice a produkují látky odstrašující potenciální predátory
- **Játra (hepar)**
  - o Obratlovci – největší přídatná žláza
  - o Vznik odškrčením z ventrální strany trávicí trubice – původně tubulózní, u vyšších obratlovců spíše alveolární tvar
  - o Fce: sekreční (žluč – neutralizuje a alkalizuje chymus, emulgule tuky), depozice látek, hydrostatický orgán, syntetická (albuminy, mastné kyseliny, glukóza, cholesterol...), homeostatická, účast na metabolismu
  - o Tvořeny lalůčky z **hepatocytů**, středem každého lalůčku probíhá **centrální véna**
  - o V místě styku dvou lalůček prochází cévy a žlučovod
  - o Krev přitéká pomocí **portální vény**
  - o Ve žlučníku se ukládá vytvořená žluč – ústí do dvanáctníku spolu s jedním ze dvou vývodů pankreatu
  - o **Kupferovy buňky** – makrofágy, které z krve vychytávají nežádoucí částice
  - o Velká schopnost regenerace (kromě člověka)
  - o Při rozpadu aminokyselin v nich vzniká močovina
- **Slinivka břišní (pancreas)**
  - o Vznik odškrčením z dorzální části trubice
  - o Fce: produkce trávicích enzymů (**tubuloalveolární žláza**), hormonů (**Langerhansovy ostrůvky – glukagon** (glukóza do krve) a **inzulin** (glukóza z krve)) – **endo** i **exokrynní** žláza

### Trávicí enzymy

- Enzymy (bílkoviny s katalytickou funkcí), které umožňují trávení, tedy rozklad různých složek potravy na jednodušší stavební celky
- Řadí se mezi enzymy hydrolytické – katalyzují totiž rozklad, jehož činitelem je voda
- **Rozdělení enzymů podle rozkládané sloučeniny:**
  - o Proteázy – rozklad bílkovin na aminokyseliny
  - o Lipázy – rozklad tuků na mastné kyseliny
  - o Nukleázy – rozklad nuklových kyselin na nukleotidy

- Amylázy, sacharázy, maltázy, celulózy atd... - rozklad sacharidů
- Ústní dutina – **ptyalin ( $\alpha$ -amyláza)** v slinách – štěpí škrob na maltózu a další oligosacharidy
- Žaludek
  - **Pepsinogen** – díky HCl aktivován na **pepsin** – štěpí bílkoviny na kratší polypeptidy
  - **Linguální lipázy** – štěpí lipidy – do žaludku se dostanou spolu se slinami a potravou
  - **Chymozin** – sráží mléčné bílkoviny
- Střevo
  - **Pankreatická amyláza** – štěpí cukry, produkována slinivkou
  - Enzymy stěny střeva – **laktáza, sacharáza, maltáza,  $\alpha$ -dextrináza, disacharidáza** – štěpí cukry na monosacharidy
  - Pankreatické proteázy – štěpí bílkoviny na dipeptidy a tripeptidy – **trypsin** (aktivován **enterokinázou** produkovanou ve stěně střeva), **karboxypolypeptidáza, elastáza**
  - Enzymy stěny střeva – **dipeptidázy a aminopolypeptidázy** – na AK
  - **Pankreatická lipáza** – štěpí tuky

## Výstelky trávicích trubíc

- Základní schéma (zevnitř ven):
  - Sliznice
    - Epitellová vrstva – jedna vrstva, žláznatá a resorbční buňky – **enterocyty**
    - Slizniční vazivo – řídké vláknité – drží epitely kryté struktury pohromadě
    - Vrstvička slizniční svaloviny – jemný pohyb sliznice
  - Podslizniční vazivo
  - Vrstva svaloviny – okružní a podélná
  - Jednovrstevný mezodermální epitel – pokrývá všechny vnitřní orgány (výstelka dutiny tělní)

## Adaptace trávicí soustavy na životní prostředí

- **Věvec brv** okolo ústního otvoru – živočichové živící se potravou rozpuštěnou ve vodě – bezlebeční
- **Jazyk** – při přechodu obratlovců na souš se vyvinul ze svalů báze dutiny ústní – upíná se na jazyk a spodní čelist
- Hltan původně perforován **žaberními štěrbinami** – dýchání
- **Endostyl** – žlábkovitý epitel v hltanu produkující sliz slepující potravní částice (separace potravních částic v proudu vody) – pláštěnci, bezlebeční
- **Kloaka** – společný vývod pohlavní, trávicí a vylučovací soustavy – obojživelníci
- Lilijice **nemají rectum**
- U poutěnců a jablovců má trávicí trubice tvar **podkovy**
- **Repugnatoriální žlázy** – u členovců – ústí do trávicí trubice a produkují látky odstrašující potenciální predátory

## Adaptace trávicí soustavy na typ přijímané potravy

- Rozdělení živočichů podle typu přijímané potravy – masožravci (**carnivora**), býložravci (**herbivora** – mají obvykle delší a více členěnou trávicí trubici než masožravci), všežravci (**omnivora**)
- Různé způsoby přijímání potravy:
  - Zachycování potravy filtračním zařízením – vodní živočichové (houby, vířníci, mechovci, ramenonožci, lupenonožci, mlži, kopinatci...) – **mikrofágové**
  - Přijímání balastních látek (bahno, písek) spolu s potravou – kroužkovci, měkkýši
  - Nasávání tekuté stravy – hmyz, paraziti (hlístice, pijavky, klíšťata), mláďata savců, upíři
  - Polykání velkých kusů potravy – ryby, paryby, obojživelníci, plazi, ptáci – **makrofágové**
  - Vylučování trávicích šťáv do kořisti nebo do těla hostitelského organismu – pavouci, mravkolvi, hadi
- **Ptačí vole** – shromažďování potravy v jícnu

- Adaptace usnadňující absorpci živin ve střevě – **klky, spirální řasa** u žraloků, **tyflosolis** máloštětinatců (ohyb střeva táhnoucí se po většinu jeho průběhu)
- Přežvýkavci čtyřdílný žaludek – **bachor, čepec, kniha, sléz** – trávení celulózy
- **Gastrolity** u ptáků – kámen v žaludku
- Modifikace slinných žláz na **jedové žlázy** – plazi
- **Zuby** – derivát plakoidních šupin
- **Plakoidní šupiny** paryb (homologické k zubům - žraloci mají i zuby) – vznik ofifikací subepidermálního vaziva
- **Radula** (chitinová jazyková páska) u měkkýšů – vyztužená chrupavčitou subdurální destičkou
- **Aristotelova lucerna** – žvýkací aparát na počátku trávicí trubice ježovek z pěti dlátkovitých zubů
- Vířníci mají destičky ve svalnatém žvýkacím hltanu, opatřené zoubkovitým okrajem a zubovitými výběžky = **mastax**
- **Mnohoštětinatí červi** mají chitinózní čelisti (navíc inkrustovanou CaCO<sub>3</sub>) ve vychlípitelném hltanu
- **Chapadla** – uchopení větší potravy a její podání do úst – hlavonožci
- Kočka domácí – uzpůsobení svaloviny jazyka k nabírání tekuté potravy
- Zobáky ptáků
- Vápenité žlázy ve stěně žaludku máloštětinatců – neutralizují kyselou potravu

### Symbióza v trávicím traktu

- Mikroflóra ve střevech živočichů – fermentace nevyužitých organických látek z potravy, imunita, zamezují růstu patogenních druhů mikroorganismů, produkce vitaminů (B12, K)
- Bakterie umožňující trávení celulózy – termiti, přežvýkavci

### Parazitismus v trávicím traktu

- Tasemnice, roupi, škrkavky, motolice

# Fylogenetický vývoj a funkce vylučovacích soustav a tělních pokryvů organismů

## Podotázky:

- 1) Hlavní a vedlejší funkce vylučovací soustavy v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- 2) Hlavní a vedlejší funkce tělních pokryvů v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- 3) Embryonální původ vylučovacích soustav
- 4) Embryonální původ tělních pokryvů
- 5) Tělní pokryvy a jejich deriváty
- 6) Typy vylučovacích soustav
- 7) Hlavní odpadní látky organismů
- 8) Zplodiny metabolismu - jejich uskladňování a vylučování
- 9) Adaptace vylučovacích soustav na životní prostředí organismu
- 10) Adaptace tělních pokryvů na životní prostředí organismu

## Pojmy:

- **homeostáza** – stálost vnitřního prostředí
- **osmoregulace** – aktivní regulace osmotických tlaků v organismu za účelem udržení homeostázy
- **nefron** – základní stavební jednotka ledvin obratlovců
- **nefridie** – jednoduché specializované orgány vylučovací soustavy
- **exkrece** - vylučování
- **termoregulace** – regulace teploty
- **kutikula** – ochranná vrstva vylučovaná pokožkou některých živočichů
- **ekdyse** – svlékání kutikuly u hmyzu
- **coxální žlázy** – modifikace metanefridií u klepátkců
- **chloragogenní tkáň** – u kroužkvců – detoxikace organismu (primitivní játra)

## Funkce vylučovací soustavy

- Zbavit tělo přebytečného dusíku (z aminokyselin, které tělo odbouralo na toxický amoniak), CO<sub>2</sub> a vody
- Regulace chemického složení tělních tekutin odstraňováním odpadních látek a zachováním potřebného množství vody, solí a živin – udržování homeostázy
  - o Regulace pH
  - o Osmoregulace (původní důvod vzniku vylučovací soustavy)
- U obratlovců patří do vylučovací soustavy – ledviny, játra, plíce, kůže

## Funkce tělních pokryvů

- Kontakt a komunikace organismu s prostředím – **biotické** (organismy) a **abiotické** (chemie, fyzika, vesmír, povětrnostní vlivy...) vlivy
- Chrání orgány před vnějšími vlivy
- Obrana (mimikry, výstražné zanění)
- Signální (útěk, páření)
- Přijímání informací z okolního prostředí (smyslové orgány)
- Termoregulace (u homiotermních)
- Částečně i opora – mohou se na ní i upínat svaly (exoskelet želvy)

## Embryonální původ vylučovacích soustav

- U obratlovců z mezodemru
- U nižších z ektodermu

## Embryonální původ tělních pokryvů

- Epidermis a deriváty z ektodermu
- Škára a její deriváty z mezodermu

## Tělní pokryvy a jejich deriváty

### Bezobratlí

- o Jednovrstevná pokožka – většinou vylučuje **kutikulu (epikutikula, exokutikula, endokutikula)**
- o Žahavci – svalový epitel, žahavé buňky (**knidoblasty**)
- o Ploštěnci – řasinky, **rhabdity** (útvary, které se vyskytují v pokožkových buňkách ploštěnek, organismus je vypuzuje z pokožky, ve vodě bobtnají a slepují se v sítě)
- o Hlísti – kutikula, **kožněsvalový vak**
- o Měkkýši – schránka vylučovaná vnější stěnou a okrajem kožního záhybu (tzv. pláště) – **kalcit, aragonit, konchiolin**
- o Členovci – kutikula vyztužená **chitinem**, případně vápenatými solemi, **ekdyze** (=svlékání, řídí **ekdyzon**)
- o **Tunicin** - pláštěnci

### Obratlovci

- o Vícevrstevná pokožka (svlékání, pelichání, línání) + škára + podkožní vazivo
- o Barviva
- o Deriváty
  - Škára + pokožka (mezoderm a ektoderm) – plakoidní šupiny, rohovité šupiny, peří (vznik přeměnou plazích šupin)
  - Škára – kostěné šupiny
  - Pokožka – srst – chlup nevznikl přeměnou plazích šupin
    - Drápy, kopyta, nehty, chlupy, rohy (parohy – kost), krunýře
    - Žlázy
    - Zobák

## Typy vylučovacích soustav

### Kontraktální vakuola

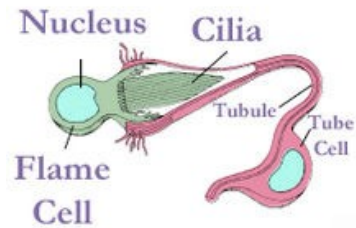
- o U jednobuněčných organismů – hromadění přebytečné tekutiny, poté jednorázově odváděna mimo buňku

### Mnohobuněčné organismy mají specializované orgány – nefridie – ústí na povrch těla

### Protonefridie (=plaménková buňka)

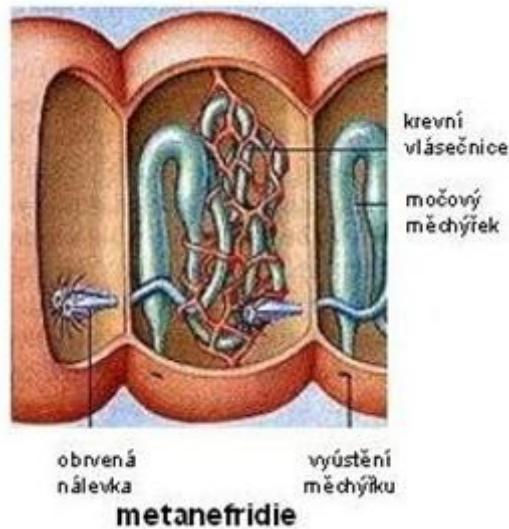
- o Poprvé u ploštěnců, dále vířníci
- o Skládají se z **terminální buňky** a vývodního kanálku, který ústí na povrch těla
- o Terminální buňky dvojího typu:
  - **Plaménkové buňky** – v dutině kanálku je chomáček brv
  - **Solenocyty** – v dutině kanálku je 1 až 2 bičíky – komplikovanější modifikace – dospělá stadia některých mnohoštětinatců, kopinatec
- o Pomocí bičíků a brv se vytváří podtlak – nasávání zplodin metabolismu z okolní tkáně
- o Podobné solenocytům – **cyrtopodocyty** – u bezlebečných, slepě ukončené trubice vedoucí do coelomové dutiny – odvádějí tekutinu z coelomu
- o Z ektodermu





#### - Metanefridie

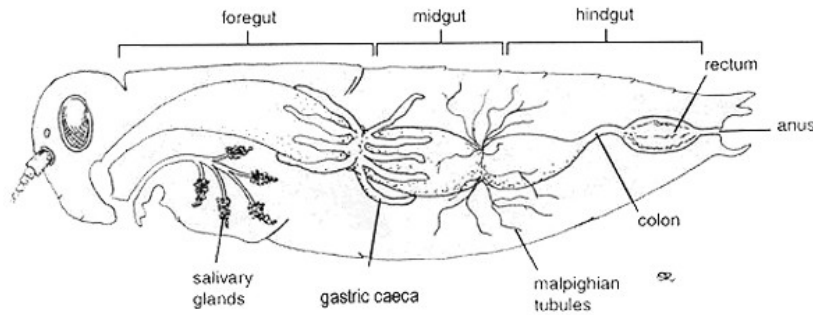
- Vyvinuly se z protonefridií
- Kanálek se otevírá obrveným nálevkovitým ústím do coelomu (**nefrostom**), poté vede do vedlejšího váčku, kde se klikatí a tvoří močový měchýřek a ústí kanálem ven z těla (**nefroporus**)
- Schopnost shromažďovat a zahušťovat – mohou se klikatit – zpětné vstřebávání
- Typické pro kroužkovce
- Z části **ektodermální** původ, ale hlavně **mezodermální**



- U kroužkovců se na vylučování podílí i **chloragenní tkáň** obklopující střevo a vyplňující zevně typhlosolis – **mezodermálního** původu – fce podobná játrům (detoxikace)
- **Coxální žlázy** (na nohy) u klepítkáčů – modifikace metanefridií – pouze u vývojových stádií nebo v kombinaci s Malphigickými trubicemi u dospělců
- **Maxilární žlázy** (do pusy) u nižších korýšů a **antenální žlázy** (na hlavu) u vyšších korýšů – párová modifikace metanefridií – jemnější se podle toho, kde ústí na povrch těla
- **Bojanovy žlázy** u měkkýšů – coelomovú tekutinu nasávají z osrdečnickové dutiny (pozůstatek coelomové dutiny)
- Na rozdíl od protonefridií je otevřená

#### - Malphigické trubice

- Vznikly nezávisle na předchozích
- Keříčkovité vychlípeniny trávicí trubice do tělní dutiny
- V distální části dochází k resorpci mixocoelové tekutiny, které je v proximální části upravována
- Moč se netvoří filtrací - aktivní transport  $K^+$  → voda proniká po koncentračním spádu
- U pavouků (z **entodermu**), hmyzu (**ektoderm**) a vzácně u korýšů (blešivec)

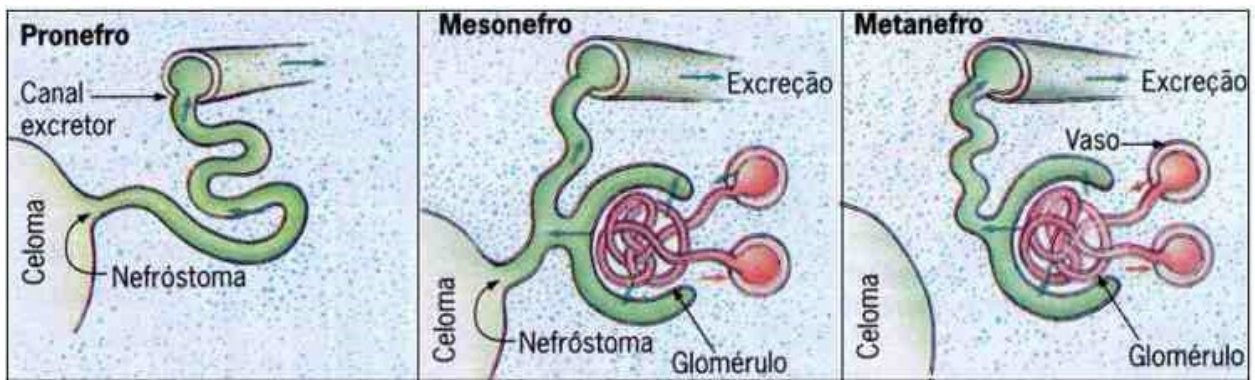


### - Renetové žlázy

- U hlístic – vakovitá buňka protažená ve vylučovací trubici – vyústěním na povrch cznikají renetovéžlázy

### - Ledviny obratlovců

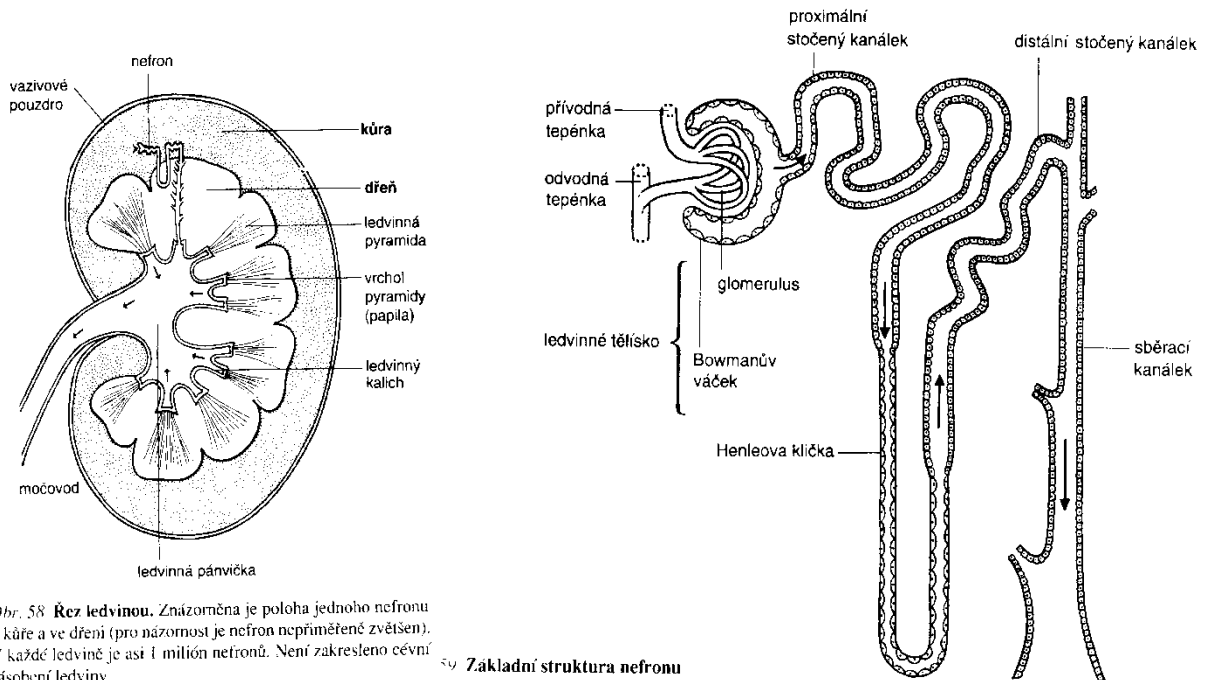
- Základní funkční jednotka je **nefron** – tvořen **Malpighiho tělísky (glomerulus + Bowmanův váček** (začátek, v coelomu)) a **ledvinovými kanálky (proximální stočený kanálek, Henleova klička, distální stočený kanálek)**
- Vývodní kanálky – **Wolfův vývod (primární močovod** – ústí sem i gonády), později se vytváří **sekundární močovod**
- Původně se zakládají v každém článku, ale pak se spojují, zadní zakrňují až se vytvoří něco jako ledviny člověka



Tipos de rins dos vertebrados (unidades excretoras).

- Pronefros = předledviny
  - Vyvíjejí se u zárodku všech obratlovců
  - Tvořeny soustavou obrvených nálevek otevírajících se za hlavou do coelomu, od hřbetní tepny k nim vybíhají kapiláry, které před nálevkami vytvářejí tzv. **glomerulus** (klubičko)
  - Přívodní cévka má vyšší průsvit než odvodní – v klubičku nastává přetlak → vytékání části obsahu krevní plazmy do tělní dutiny – odtud ji nasává obrvený epitel nálevek a po zpětné resorbci odvádí do primárního močovodu
  - Sliznatky
  - Larvální stadia ryb a obojživelníků – udržují se jako **hlavová ledvina**
- Mezonefros = prvoledviny
  - Kromě nálevek vychlípený váček ke krevnímu klubičku z přední části odvodního kanálku, který postupně zcela přebírá funkci svěru primárního exkretu a u vyšších typů prvoledvin obrvené nálevky zcela mizí
  - Vývodní kanálek – primární močovod (**Wolfova chodba**) – rovněž funkce **chámovodu** – u samic **Mullerova chdoba**
  - Vodní obratlovci
- Metanefros = pravé ledviny
  - Savci, plazi, ptáci

- Útvar se speciálním vývodem – druhotný močovod – ústí do kloaky nebo u savců do močového měchýře
- U samců se z prvoledvin vyvíjí nadvarle a Wolfova chodba se zachovává jako chámovod, který ústí do kloaky nebo močové trubice; u samic Wolfova chodba zaniká a jako vejcovod slouží Mullerova chodba
- Už nejsou segmentovány, tvoří kompaktní orgán
- Uvnitř ledviny se močovod rozšiřuje na ledvinovou pánvičku, která je členěná na ledvinové kalichy – schromažďuje se zde moč
- Dvě vrstvy – dřev a kůra



## Hlavní odpadní látky organismů

- Voda, oxid uhličitý, soli
- Dusíkaté látky – různé formy:
  - o Amoniak / amonné soli – pro tělo jedovatý – vylučován přímo (mořští živočichové) nebo převáděn na kyselinu močovou nebo močovinu – difuzí nebo výstelkou střeva (houby, žahavci, ostnokožci)
  - o Močovina (dospělí obojživelníci a savci) – tvoří se v játrech
  - o Kyselina močová (ptáci a hmyz, někteří plazi)
  - o Močovina i amoniak
- Dostávají se do vylučovacích orgánů buď z coelomu nebo z krve

## Zplodiny metabolismu – jejich uskladňování a vylučování

- Uskladňování
  - o Ukládání v tuku
  - o Pod kutikulou
  - o Chloragogenní tkáň
- Vylučování
  - o Dýchací soustavou
  - o Trávicí soustavou
  - o Tělním pokryvem

## Adaptace vylučovacích soustav na životní prostředí organismu

- Sladkovodní živočichové – kvůli většímu obsahu solí uvnitř jejich těla než ve sladké vodě se voda snaží dostat do jejich těla – musí se potýkat s neustálým přísunem vody
  - o Sladkovodní ryby nepijí vodu a jejich kůže je pokryta slizem
  - o Mají hypotonickou moč – hodně vylučují vodu
  - o Žábry slouží k aktivnímu vstřebávání solí
- Mořští živočichové – malá koncentrace solí uvnitř těla – musí zamezit úniku vody z těla a difuzi solí z vody dovnitř těla
  - o Ryby – vylučují vodu z těla žábry osmoticky, soli pomocí aktivního transportu (na žábrách)
  - o Paryby – vyšší koncentrace solí (díky vysokému obsahu močoviny v krvi) a vodu přijímají osmoticky – voda je poté pomocí mesonefros vylučována ven
  - o Leguán mořský – vylučuje soli žlázami na povrchu těla
  - o Aktivní příjem vody
  - o Hypertonická moč
- Suchozemští živočichové
  - o Ptáci a plazi mají pevnou moč – snaží se co nejvíc šetřit vodou
  - o Obecně málo koncentrované moči

## Adaptace tělních pokryvů na životní prostředí organismu

- Zbarvení
  - o Funkce
    - **Fyzikální** – ochrana před vlivy vnějšího prostředí (UV záření, kumulace tepelné energie slunečního záření – tmaví poikiloterní živočichové)
    - **Ochranná** – mimikry, výstražné zbarvení (mlok, hmyz)
    - **Signální** – k útěku (bílé skvrny na hýždích srnců), k páření (peří ptáků)
  - o **Barviva = pigmenty** – zrnka v pigmentových buňkách = chromatoforech (z neurální lišty) : melaniny, pteriny, lipochromy
  - o **Látkami** rozpuštěnými v tukových vakuolách buněk (karoten u korýšů)
  - o **Fyzikálně = tzv. strukturální zbarvení** – lomem a odrazem světelných paprsků ve svrchních vrstvách tělního pokryvu (peří ptáků), např. přítomnost guaninu
  - o **Vnějšími vlivy** – mikroorganismy, zaschlé bláto, sekret některých žláz
  - o Je-li tělní pokryv bezbarvý → **albinismus** – prosvítá barva krve z vlásečnic nebo barva střevního obsahu, opakem je velké množství pigmentu → černí jedinci = **melanismus**
  - o **Barvoměna** - způsobena pohybem pigmentu v chromatoforech (vliv hormonů, svalové činnosti..), pohybem tělního pokryvu nebo jeho opotřebením, případně změnou v prokrvení v jednotlivých částech těla - rozdíly ve zbarvení způsobuje i věk, pohlaví, roční období
- Ptáci – zobáky

# MO č. 17 - Fylogenetický vývoj a funkce řídicích soustav a smyslových orgánů

## Řídicí soustavy

- ovládá činnost všech orgánů, vytváří chování organismu a komunikuje s okolím
- fce - příjem, zpracování, ukládání a vydávání informací

-řízení: nervové, látkové a imunita

## Nervové

- nadřazené ostatním typům řízení
- složité nervové děje, které představují komplexní ovládání tělesných soustav, se označují jako tzv. vyšší nervové funkce (např. instinktivní a emotivní chování, učení, paměť)
- neurony- dráždivost a vodivost, změna mem. potenciálu
- fce: přenos informací v podobě vzruchu
- přenos mezi neurony zajišťuje synapse
- základní funkční jednotka: reflex (podmíněný, nepodmíněný)
- I (soustava podmíněných reflexů) a II signální soustava (reakce na slovo, abstrakce)

## Nervová soustava

= řízení organismu pomocí zvláštních typů buněk

### Funkce:

- přijímá podněty z vnějšího prostředí
- přenáší a zpracovává informace uvnitř organismu
- zpracované informace odevzdává do příslušných výkonných orgánů

- ve fázi neuruly vzniká z ektodermu neurální trubice a neurální lišta

### Typy

- Difuzní
- Centralizovaná
  - Provazcovitá (nemá dutinu)
  - Gangliová
  - Žebříčkovitá
  - Trubicovitá
  - Kruhovitá (ostnokožci)

Porifera (houby): buňky s výběžky, schopné převádět vzruchy. Šíří se pomalu a na krátkou vzdálenost. Nejedná se o nervovou soustavu jako takovou.

### Difuzní

- u nejprimitivnějších organismů
- neurony přibližně rovnoměrně rozptýleny po celém děle, vzruchy vedeny všemi směry
- nejrychleji reagují buňky v místě podráždění
- složitější látkovci (medúzy) mají tzv. rychlé dráhy, umožňující synchronizaci pohybu při plavání a celkově rychlejší reakce
- medúzy - určitá koncentrace neuronů na okrajích zvonu

### Provazcovitá

- ploštěnci
- je zde patrná centralizace- souvisí s pohybem (směřovaný pohyb těla) a složitou stavbou těla

### Žebříčkovitá

- v každém tělním článku je pár uzlin, které mohou splývat
- kroužkovci- homonomně segmentování
- NS je vedena na ventrální části těla

-důležitá nadjícnová a podjícnová ganglia - jejich výbojem vznikly všechny formy NS u členovců

### Gangliová

-měkkýši- méně segmentovaná

-vyvinula se u členovců cefalizací (koncentrace zauzlin do hlavové části) a centralizací žebříčkovité NS- zvětšení ganglia v přední části + vývoj smyslových orgánů

- hlavonožci - koncentrace neuronů nevyšší ze všech bezobratlých; mozková zauzlina připomíná mozek obratlovců, reflexní činnost velmi složitá

- Stupeň dokonalosti nervové soustavy je v přímé závislosti na jejich aktivitě. U přisedlých nebo málo pohyblivých forem je NS velmi zjednodušená

### Kruhovitá

-u ostnokožců

- NS zachovává radiální plán tělní stavby - 1-2 kruhy obemykající trávící trubici, z nich vychází do těla paprskovitě 5 hlavních nervů

Pro ostatní druhoústé je charakteristické zakládání nervové soustavy na hřbetní straně těla v podobě ektodermální trubice

### Strunatci

- Trubicovitá nervová soustava

- vznik vchlípením dorzální strany ektodermu

- Urochordata (pláštěnci) a Cephalochordata (kopinatci) - nedochází k diferenciaci na mozek a míchu

### Nervová soustava obratlovců

-**trubicovitá**

-dělí se na centrální a periferní

-CNS: mícha a mozek (**přední**- koncový, mezimozek, **střední a zadní**- mozeček, prodloužená mícha a u savců Varolův most)

-PNS: obvodová; nervy mozkové a míšní- motorické + útrobní + senzorké

-**prodloužená mícha**: stavbou se podobá páteřní míše, IV. komora mozková, složité vegetativní reflexy (dýchání, polykání..)

-**mozeček**: u nižších obratlovců velmi jednoduchý- 2 polokoule spojené červem mozečkový, Purkyňovy buňky, pokryt šedou kůrou, hodně vyvinutý u obratlovců s vysokými nároky na koordinaci (ptáci)

-**střední mozek**: dva hrboly, u savců čtverhrbolí, mohutně vyvinut u obratlovců, s převážně optickou orientací (ptáci, ryby), ve dvouhrbolí končí primární optické dráhy, senzorké nervy z postranní čáry, vnitřního ucha atd., nejvyšší hybné ústředí a ústředí nepodmíněných reflexů orientačních a pohotovostních

-**mezimozek**: III. mozková komora, hypotalamus- nejvyšší vegetativní centrum (termoregulace, osmoregulace, krevní tlak, neurosekreční aktivita)

-**koncový mozek**:

- u primitivních obratlovců představuje pouze čichové pouzdro - tvar párových měchýřků, na jejich spodině bazální zauzlina (*corpus striatum*)

- stěna hemisfér = plášť (*pallium*), tvořený mozkovou kůrou (*cortex cerebri*)

- původně je šedá hmota překryta bílou a tvoří *palaeopallium*, to v dalším vývoji poklesne a přetrvává ve formě *čichového centra*

- současně se dorzálně diferencuje další část šedé hmoty *archipallium*, u plazů má tendenci proniknout k povrchu mozku

- mezi *archipalliem* a *palaeopalliem* se zakládá *neopallium* (již u některých plazů), mohutně se rozvíjí,

překrývá *archipallium* a šedá hmota se dostává na povrch - tento proces je významný u primátů

- *neopallium* (neokortex) se stalo integračním a řídicím asociačním centrem (u nás 6 vrstev)

### Smyslové orgány

- ektoderm

- Smyslové orgány – receptory

- Zajišťují informace pro nervové řízení

- Exteroreceptory (změny vně)
- Interoreceptory

### Mechanoreceptory

- Nejpůvodnější
- Mechanické podněty
  - Hmatová čidla, hmatové brvy
  - Proudová čidla (postranní čára - dalekohmatný orgán)
  - Proprioreceptory (napětí ve šlachách)
  - Čidla rovnováhy – statokinetická - statolity, my otolity
  - Sluchová čidla – kmitání molekul vzduchu či vody
  - Echolokace – vydávání zvuku, odraz, příjem
  - Sonar – ve vodě
- Mechanoreceptory většinou nějaké buňky s „vlásky“ - u obratlovců
- ohyb vlásků jedním směrem - vylití neurotransmiterů a velké množství akčních potenciálů. Ohyb opačným směrem - opačný účinek.
- Kamínek ve statickém orgánu (raky je ztrácí při svlékání – nabírají nové, ověřování pomocí železných pilin a magnetu)
- Kyvadélka = haltery – hmyz: paličkovité útvary n hrudi hmyzu, vznik z druhého páru křídel, ústrojí dynamické rovnováhy
- postranní čára: na bocích ryb + smyslové kanálky na hlavě, vnímání: tlak vody, směr, prodění i vlnění, blízkost potravy, Weberův orgán - zajišťuje přenos zvuku mezi uchem a plynovým měchýřem
- Tympanální orgán: slyší nohama (hmyz)
- columella: sluchová kůstka u nižších obratlovců; vznikají přeměnou žaberních oblouků
- echolokace (netopýři), sonar (delfini)

### **Chemoreceptory**

- Vývojově staré
- Původně nerozlišené, později čich a chuť
- U bezobratlých – často na tykadlech
- Obratlovci – čichová oblast v dutině nosní
- feromony, u člověka podprahové
- přídatný čichový orgán - Jacobsonův orgán = vomeronasální orgán - jde přes jazyk

### **Radioreceptory**

- Vnímají záření o různé vlnové délce

### Fotoreceptory

- Vnímají světelné záření – dálkový smysl
- Viditelné světlo člověk – 400 – 750 nm
- včela – 300 – 650 nm (čili i UV)
- Oko vzniklo během fylogeneze 40- 65x

Vnímání:

pes, tur - odstíny šedi

UV záření - hmyz (včela), ptáci

IFR - hadi, motýli

290 - 790nm – člověk

- Binokulární vidění - oči vedle sebe, menší zorný úhel, odhad vzdálenosti - dravci, šelmy, opice
- Postranní vidění - býložravci, větší zorný úhel, lépe vidí nepřátele
- tapetum lucidum – vrstva odrážející světlo v oku, u nočních živočichů, mžurka - třetí oční víčko, u nás vnitřní koutek, pecten – výběžek cévnatky v oku - hřebínek v oku u ptáků
- Stigma
- Rozptýlené v kůži - jejich povrch obrácený ke zdroji světla je kryt krátkými brvami či klky. (fotoreceptory vnikly (stejně jako mechanoreceptory a chemoreceptory) z buněk opatřených bičíky či brvami, které fungují jako periferní smyslová vlákna (sensitivní dendrity)
- Žízala (foasomy v pokožce)

Oči



- Sdružení fotoreceptorů
- Oční skvrny - registrují pouze intenzitu a případně směr přicházejícího světla
  - o vyklenuté
  - o zanořené

#### Typy očí

- Ploché oko – medúza, někteří mlži ...
- Miskovité či váčkovité oko – plži
- Složené (fasetové) oko z omatidií – mozaikové vidění
- Komorové oko – vyvinutý světlolomný systém – převrácený, zmenšený obraz na sítnici; akomodace čočky – posun (paryby, kostnaté ryby, hadi) nebo zakřivení (plazi bez hadů, ptáci, savci); podobná stavba i komorové oko hlavonožců

#### Termoreceptory

- Infračervené záření
- V kůži (Ruffiniho, Krauseovo) i ve vnitřních orgánech (hypotalamus)
- Mohou sloužit i směrované orientaci

#### **Vnímání geomagnetického pole**

- Hmyz, ptáci

#### **Vnímání elektrického pole**

- Evolučně odvozeno z postranní čáry
  - o Ampulární orgány
    - Pod kůží - ampula spojená s povrchem
    - Např. Lorenziho ampule u žraloků
  - o Tuberální orgány
    - Pod kůží – nejsou spojeny s povrchem
      - Reagují na fluktuace napětí

#### **Vnímání radioaktivního záření**

- Mravenci, sloni, myši, ptáci

### **System**

**Prvoci** - stigma = světločivná skvrna (bičíkovci, kořenonožci, výtrusovci) + **Porifera** – není NS

**Nálevníci** – neuromotorický aparát – vychází a je řízen jádrem (řízení brv k účinnému pohybu)  
- trichocysty – ochranný orgán

**Žahavci**- protoneuron – pod ektodermem  
– difusní NS – pravidelné rozptýlení  
- nemají centrum – vzruchy vedeny do všech směrů

**Ploštěnky** – 2 části shluků nervových buněk  
- nervové provazce do koncových částí těla  
- smysly – miskovité oči  
- hmat

**Motolice** - zauzlina

**Tasemnice** – ganglia, neurony  
- smysly - zanikly

**Pásnice** – 2 postranní cévy – krev dozadu

## PRVOÚSTÍ S PSEUDOCOELNÍ DUTINOU

**Hlísti**- gangliová, ganglia jsou spojena pruhy

smysly – hmatový prstík

- oči – jen jako ektoparazit

## PRVOÚSTÍ COELOMOVÍ - NEČLÁNKOVANÉ TĚLO

### Plži

- gangliová

- nerv. buňky jsou zkoncentrovány do 5 párů nerv. uzlin ( pohyb, zrak, čich, vnitřní orgány) – z těch vedou výběžky

smysly – osfradia = orgány čichu – reakce na chemické látky – potrava

- 1. pár tykadla – zrak
- 2. pár - hmat

### Mlži

- gangliová, uzliny jsou propojeny vlákny

smysly: osfradia – chemoreceptory na bázi žaber

statocysty – rovnovážný orgán

hmatové bky – na okrajích pláště

nemají oči

### Hlavonožci

– gangliová, došlo k splyvání hlavových ganglií → primitivní mozek

smysly – komorové oko – barevné vidění

- osfradia
- statocysty

### Vířníci - gangliová

## PRVOÚSTÍ COELOMOVÍ – ČLÁNKOVANÍ

**Kroužkovci** – žebříčkovitá – 1 článek = 1 pár ganglií – inervace až do hlavy

### mnohoštětinatci

- žebříčkovitá – obhltnová zauzlina

smysly – oči – světlo x tma

- hmat
- statocysty

**opaskovci** – máloštětinatci - žebříčkovitá

**Členovci – pavoukovci** – podhltnová zauzlina (4 páry končetin, pedipalpy)

- nadhltnová (oči, chelicery)

- neurony – větší počet výběžků – předávání vzruchů

smysly – 4 páry očí – široký zorný úhel

- **žabernatí** – gangliová – velká centrální zauzlina v hlavě poté v jednotlivých částech – inervace – stažení svaloviny

smysly : - hmatový orgán

- zrak – 2 typy očí – jednoduché a fasetové = složené z malých oček ( omatidia ) - čočka + sítnice

- statocysty – u antenul nebo kráčivých končetin

- **hmyz** – podhltnová a nadhltnová zauzlina

smysly: - fasetové a jednoduché oči (intenzita světla)

- zvukové signály – na tykadlech- zvuková blanka po stranách těla - napojená na bky

## DRUHOÚSTÍ

### Ostnokožci

- nerv. uzliny

**Strunatci** – trubicovitá NS u nižších (ektoderm)

- vyšší – mozek a mícha (prodloužená mícha, střední mozek, mezimozek, mozeček, Varolův most)

**Pláštěnci** – larva – trubicovitá a dospělec - gangliová

### Kopinatci

- obvodové nervy - trubicovitá

- není mozek

smysly – Kollikerova jamka – čich

- Hesseho buňky – primitivní zrak

- ciry – chloupky kolem ústního otvoru - hmat

**Obratlovci**- centrální nervová soustava – mozek a mícha (prodl. mícha, mozeček, střední mozek, mezimozek, koncový mozek)

- periferní nervy – vzruchy k orgánům
- vegetativní soustava - vnitřní orgány fungují nezávisle na vůli

**kruhoústí** - převažuje mícha, části mozku

- smysly: primitivní oči – párové  
čichové váčky  
očka na lebce pod kůží - světlo

**čelistnatci – paryby** – mozeček – orientace v prostoru- dobře vyvinut

- smysly – čich – nekomunikuje čichová jamka s ústní dutinou
- postranní čára – kanálek na boku ryb, vystlán bkami – tlak
  - zrak – střední mozek, zaostřeno na blízko
  - vnitřní ucho – rovnovážný orgán

- **ryby** – rozvinutý mozeček – dobrý pohyb

- střední mozek – dobrý zrak, ale horší čich
- mysl: postranní čára – rýha od hlavy až k ocasní ploutvi (ryba ví, že kolem ní něco plave nebo je u pobřeží)
- hmat – vousy
  - vnitřní ucho – rovnovážný a statický orgán (vnější a střední ucho chybí)
    - 3 kanálky polokruhovitě a váčky s tekutinou
  - zrak – nemají víčko ani slzné žlázy
    - podobné oku člověka
    - akomodace – zaostření pomocí čočky
    - redukce očí u ryb v hloubkách nebo zvětšení – teleskopické oči
    - barevné vidění

**Obojživelníci** – není vyvinut mozeček -méně se hýbe, ale koncový mozek větší

- střední ucho – vyvinuta 1 středoušní kůstka (kolumela) u žab za bubínkem – přeměnou spirakula (rudimentální žaberní štěrbin)

- smysly: rovnovážný orgán – vnitřní ucho – vestibulární orgán
- 3 kanálky s brvami uvnitř + 2 váčky
- postranní čára – pouze u larev  
dobrý zrak- zaostření na dálku, barevné vidění
- 3 víčka – mžurka = roleta do vody

**Plazi** – zvětšení koncového mozku

- mozeček lepší rovnováha
- zrak a sluch – střední mozek
- čich – koncový mozek
- adeno a neuro hypofýza – hormony
- smysly: čich – sliznice s čichovými bkami – detekují chem. látky v ovzduší
  - Jakobsonův orgán – hadi, varani – v druhotném patře – jazykem nachytávají molekuly a přináší k J.o.
  - termoreceptory – mezi okem a nozdrami – zjišťují teplotu (přítomnost zvířete)
- oči – slzné žlázy, 2 víčka (u hadů srostlé) + mžurka
  - akomodace – čočka
  - želvy barevně
- sluch – bubínek + 1 kůstka – hadi bez kůstky, vnímají jen chvění půdy
  - vnitřní ucho
- žlázy s vnitřní sekrecí – hormony – tyroxin – svlékání

**Ptáci** – smysly: zrak – nejvýraznější smysl

- sítnice 2 typy buněk – tyčinky – černobílé vidění
  - čípky – barevné
- střední mozek
- široké zorné pole – až 300° (my 180°)
- čich – minimum, čichové laloky se zmenšují
  - nejlepší Kivi
- sluch – primitivní, pouze 1 kůstka
  - nejlepší sova
- žlázy s vnitřní sekrecí – hormony, pelichání, hnízdění

- **rozvoj mozečku** (centrum rovnováhy) a koncového mozku se žíhanými tělesy (kombinace šedé a bílé nervové hmoty) – koordinace pohybu trupu a končetin

- papoušci mají nejdokonaleji vyvinutý koncový mozek

### Savci

- rozvoj koncového mozku (na povrchu je mozková kůra se závití)
- rozvoj mozečku
- 12 párů mozkových nervů
- mícha končí v křížové oblasti, nejde do ocasu
- úzký vztah ke žlázám s vnitřní sekrecí

### tany

- oproti hmyzožravcům vyvinutější mozek
- vývojový stupeň mezi hmyzožravci a poloopicemi

### primáti

- savci s nejvyvinutějším mozkem
- mohutný rozvoj zbrzdění mozkové kůry

### chobotnatci

- hmota sloního mozku je vzhledem k váze těla v poměru 1: 600
- povrch mozku silně zbrzděn
- vynikající paměť

### kytovci

- vzhledem k hmotě těla malý mozek
- kůra mozku silně zbrzděna
- delfini: složitost mozku dosahuje složitosti mozku lidopů

## Odborné pojmy:

- **Ropálie** - výběžky na okrajích zvonů medúz, ve kterých jsou umístěny orgány a nervové buňky
- **inverzní oko – oko obratlovců, fotoreceptory na straně odvrácené od čočky**
- **omatidia** - jednotlivá, navzájem si podobná očka tvořící složené oči , která samostatně vnímají obraz
- **collumella** – jediná sluchová kůstka nižších obratlovců
- **tympanální orgán** - smyslový orgán u některých druhů hmyzu, sloužící k zachycení zvuku
- **neokortex** - nová kůra mozková, vývojově nejmladší část CNS člověka rozložená na povrchu pravé a levé hemisféry
- **proudový orgán** - smyslový orgán ryb a ve vodě žijících obojživelníků sloužící k vnímání proudění vody a rozdílů vodního tlaku; patří mezi mechanoreceptory.
- **vomeronasální orgán** = Jacobsonův orgán – součást čichového ústrojí nižších obratlovců a některých savců, dobře vyvinutý u plazů a hlodavců, u člověka rudimentální, umožňuje přijímat pachy ústní dutinou
- **statocysta** - též rovnovážné ústrojí, v podstatě také georeceptor je smyslový orgán, který informuje tělo o jeho poloze
- **echolokoce** - vysílání zvuk se odrazí od předmětu zpět do místa vysílání, kde je zpětně zachycen

## 18 - Fylogenetický vývoj a funkce rozmnožovacích soustav organismů

### Podotázky:

- 1) Hlavní a vedlejší funkce rozmnožovacích soustav v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí
- 2) Typy rozmnožování – srovnání evolučních a ekologických výhod a nevýhod
- 3) Typy oplození, kopulace
- 4) Typy pohlavních žláz a jejich funkce
- 5) Embryonální původ rozmnožovacích soustav
- 6) Srovnání stavby a funkce rozmnožovacích orgánů v rámci obratlovců
- 7) Vývoj zárodečných obalů v rámci obratlovců
- 8) Modifikace rozmnožovacích soustav / strategií jako adaptace na životním prostředí organismu
- 9) Reprodukční strategie organismů a péče o potomstvo
- 10) Určení pohlaví – genetické, epigenetické

### Odborné pojmy:

- **Gonochorista** = jedinec si tvoří pouze jeden typ gamet (buď samčí, nebo samičí)
- **Partenogeneze** = vývin nového jedince ze samičího vajíčka bez oplodnění samčí pohlavní buňkou
- **Pučení** = typ nepohlavního rozmnožování, při němž vzniká nový jedinec z výčnělku těla jiného jedince (nižší rostliny, kvasinky...)
- **Testes** = varlata
- **Ovaria** = vaječníky
- **Ovotestis** = gonáda smíšeného rázu ovarium, testis
- **Placenta** = dočasný orgán, který vzniká v děloze březí samice placentálních savců, hlavní funkcí je zajistit plodu přívod kyslíku a živin a odvod zplodin jeho metabolismu
- **Amnion** = zárodečný obal, uvnitř něhož se nachází vodní prostředí, ve kterém se zárodek vyvíjí (plazi, ptáci, savci)
- **Nepřímý vývin** = probíhá ontogeneze přes stadium larvy, která se více nebo méně liší od dospělého.
- **Nidikolní mláďata** = jsou tzv. krmivá, tj. po vylíhnutí setrvávají ještě po nějaký čas v hnízdě a rodiče jim obstarávají a přinášejí potravu

## 1) Hlavní a vedlejší funkce rozmnožovacích soustav v závislosti na složitosti organismu a jeho životním prostředí

- funkce: zachování druhu, umožnění reprodukce, vznik pohlavních buněk, oplození, vývoj zárodku
- rozmnožovací soustava je u triblastik původu **mezodermálního**
- soustava orgánů, které zajišťují rozmnožování živočichů (orgány generativní), zajišťuje první fáze ontogenetického vývoje
  - o **ontogenetický vývoj** = vznik pohlavních buněk, oplození, zárodečný vývin, růst a pohlavní dospělost, stárnutí, smrt
  - o **životní cyklus** = proces od narození po reprodukci a vznik organismu nového
- Na rozdíl od tzv. vegetativních orgánů, které zajišťují život jedince, **není** jejich funkce pro jedince **nezbytná** (při hladovění přestává rozmnožovací soustava jedince plnit svoji funkci a může dojít i k jejímu odbourání; např. mentální anorexie - sekundární amenorea)
- rozmnožovací soustava není nezbytná pro život jedince, ale pro **zachování druhu**
- součástí jsou pohlavní žlázy a jejich vývody, dále žlázy a orgány přídatné a kopulační orgány → zabezpečují vznik pohlavních buněk, péči o ně, přenos do mateřského organismu a péči o vyvíjející se zárodky až do příchodu mláďat na svět (porodem nebo vylíhnutím z vajíčka)

## 2) Typy rozmnožování – srovnání evolučních a ekologických výhod a nevýhod

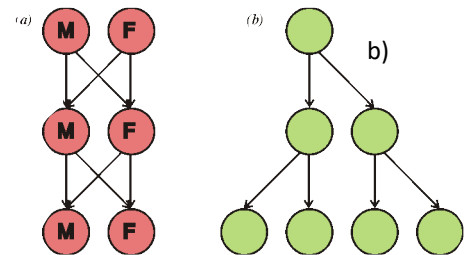
### Nepohlavní

- Bez oplození, genetická shoda
- Ze somatických buněk – rodí se geneticky shodní jedinci
- Časté u nižších organismů, spojeno s vysokou regenerační schopností
- Výhody - adaptace na určité prostředí, málo chyb, rychlé, efektivní, nižší energetická náročnost, možné i při nízké populační hustotě
- Nevýhody – uniformita potomstva, žádné evoluční novinky, neodolnost proti patogenům
- Typy:
  - o **Dělení**
  - o **Pučení** (novej je malej, pak doroste)
  - o **Fragmentace**
  - o **Polyembryonie** - jediný případ nepohlavního rozmnožování u členovců a obratlovců, zárodek se během rýhování nebo i později rozpadne na dvě a více částí, z každé části se vyvine nový zárodek, jenž pokračuje normálním vývojem (výjimečně u člověka - jednovaječná dvojčata člověka, pravidelně - pásovec)
  - o **Vegetativní rozmnožování** - týká se situace, kdy rostlina dokáže zregenerovat z části svého těla celý organismus. Někdy však rostliny dokonce přímo vytváří orgány a útvary, které slouží k vegetativnímu rozmnožování a snadnějšímu ovládnutí většího prostoru (vyšší rostliny - jahodník, česnek kuchyňský)
  - o **Partenogeneze** - způsob rozmnožování, při kterém se nový organismus vyvíjí bez oplození vajíčka (mšice, perloočky, pakobylky)
    - dva základní způsoby:
      - *diploidní samička klade haploidní vajíčka*, rodí se samci, samička může být oplozena i normálně
      - *diploidní samička klade diploidní vajíčka*, rodí se geneticky identičtí jedinci, jen samičky!
    - partenogeneze např. haploidní, diploidní, amfiktotní, obligatní, geografická, umělá, heterogonie (střídá se se sexuálním rozmnožováním)
  - o **Metageneze (=rodozměna)** - střídání pohlavní a nepohlavní generace (např. láčkovci, střídání fáze polypa a medúzy)

### Sexuální (pohlavní) rozmnožování

- Nový jedinec vzniká ze zygoty – ta vzniká spojením samčí a samičí gamety

- Jedna z teorií, jak vzniklo pohlavní rozmnožování - obrana před parazity → různé MHC (hlavní histokompatibilní komplex) → větší odolnost
- Výhody
  - o Genetická variabilita potomků (zajišťuje lepší adaptaci) – přizpůsobení mezidruhovému soutěžení, snížení soutěžení mezi sourozenci
  - o Genetická výbava – opravy DNA, prevence maladaptivních mutací, snadnější vyjádření výhodných recesivních genů
  - o Samici jde o kvalitu, samci o kvantitu
  - o Samec musí ukázat, že nemá patogeny (má – li parazita, musí s ním bojovat, už nemá dost energie na krásu – méně symetrie, méně ornamentů)
- Nevýhody
  - o Jen poloviční rozpad genů, rozpad osvědčených kombinací
  - o Nákladnost – čas, energie pro nalezení a uhájení druhého jedince a spáření se s ním; rizika poškození - viditelnost pro predátora, agrese soků/druha; rizika neúspěchu – cizoložství (nejistota otcovství)
  - o Limitní hustota populace
  - o Dvounásobná cena sexu – cena samce (viz obrázek; a) pohlavní, nepohlavní)
  - o Meióza - chyby



### 3) Typy oplození, kopulace

#### Typy oplození

- oplození musí probíhat ve vodním nebo vlhkém prostředí
- oplození vajíčka (inseminace = proces, při kterém se setkávají spermie s vaječnými buňkami) souvisí se sexuálním chováním rodičovských jedinců – páření
- u každého organismu probíhá jinak
- 2 typy oplození
  - o **Vnější** (mimotělní)
    - typické pro ryby, samec a samice vypouštějí spermie a vajíčka do vody = tření
    - vázáno na vnitřní prostředí (žábry)
  - o **Vnitřní**
    - u suchozemských živočichů, ale i řady vodních
    - u některých druhů nemusí být spermie zaváděny přímo do pohlavního ústrojí samice, ale mohou k vaječným pronikat přes tělní stěnu - např. u některých ploštěnců - nebo se hromadí v semenných schránkách, umístěných mimo pohlavní ústrojí
    - páření probíhá tak, že jeden z pohlavních partnerů vpravuje spermie do samičích pohlavních cest druhého partnera = kopulace
    - sekrety a vlhké prostředí pohlavních cest nahrazuje vodní prostředí
    - vajíčka vylučují do svého okolí produkty svého metabolismu (např. vajíčka vylučují CO<sub>2</sub>, který aktivuje spermie v pohybu k vaječné buňce) – díky těmto látkám se spermie k vajíčku dostávají po koncentračním spádu
    - průnik spermie do vajíčka je umožněn pomocí hydrolytických enzymů – naruší vaječné obaly a pronikne do vajíčka (oplození = fertilizace)
    - 2. meiotické dělení oocyty je dokončeno až po proniknutí hlavičky spermie do vajíčka
    - jádro společně s cytoplasmou vstupují do vajíčka → plasmogamie, následné splynutí → karyogamie = vznik zygoty, obnoví se původní 2n počet chromozómů
    - v tomto okamžiku je zahájen vývoj nového, dceřiného jedince
    - zygota je připravena k prvnímu rýhování, začíná zárodečný vývoj

#### Typy pohlavního procesu (=kopulace)

- **hologamie** - dochází ke splývání celých těl protist, která zde představují pohlavní buňky (gamety)
  - o **izogamie** - gamety jsou stejné tvarem i funkcí - tzv. izogamety
  - o **anizogamie** - gamety se liší svojí pohyblivostí (samčí gamety bývají pohyblivější než samičí)



- **oogamie** - u mnohobuněčných organismů, dochází ke splývání výrazně diferencovaných pohlavních buněk a je zachována individualita mateřských jedinců
- **konjugace** - typ rozmnožování např. u nálevníků; nedochází u ke splývání jader pohlavních buněk (kopulaci), ale pouze k dočasnému splynutí dvou jedinců, kteří si následně vymění redukovaná generativní jádra

## EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ

- oplozené vajíčko (zygota, synkaryon) – 2 sady chromozomů hned po oplození vstupuje do

### I. BLASTOGENEZE (vývoj zárodečného listu)

- a) **rýhování** – může nastat už několik minut po oplození (mitóza) → vznikají 2 dceřiné buňky – **blastomery** → navazuje několik navazujících mitóz (→ odpadá interfáze) ⇒ počet buněk narůstá, ale velikost útvaru zůstává stejná (buňky se zmenšují) → vzniká **morula** (může dojít k různému dělení na pólech → různá velikost buněk) → morula se vyvíjí, vzniká **blastula** (uvnitř se začíná vytvářet dutina **blastocel**)
- b) **gastrulace** (vmáčknutí) ⇒ vzniká **gastrula**  
vzniká i) **přesouváním (imigrace)** buněk  
ii) **vchlipování (invaginace)**
  - u různých živočichů různé způsoby
  - ⇒ vznikají 2-3 zárodečné listy
  - pokud živočichové zůstávají na tomto stupni vývoje **diblastika** (gastrulovci) – 2 zárodečné listy (uvnitř **endoderm**, povrch **ektoderm**)
  - může se vytvořit **mezoderm** (3. zárodečný list) → **triblastika**
  - mezoderm – vytváří se mezi ektodermem a endodermem, může mít povahu parenchymu, epitelární → **mezenchym** (slouží jako výstelky), z mezodermu vznikají pohlavní orgány, ledviny, svalstvo
  - zárodek se dál vyvíjí
- c) **nerulace** – typické u obratlovců nebo strunatců, vytváří se chorda a mícha

### II. ORGANOGENEZE

- zahájena intenzivním růstem zárodka, který začíná dostávat rysy dospělé
- dochází k **diferenciaci buněk** (v souvislosti s vývojem zárodečných listů)
- dochází k protahování a ohýbání těla do určitého tvaru
- z jednotlivých zárodečných listů vznikají orgány

- 1) **EKTODERM** – z něj vzniká pokožka + její deriváty, dřevň nadledvin, vylučovací orgány bezobratlých, vzdušnice, vnější žába (u pavoukocvů), výstelka přední a zadní části trávicí trubice, nervová soustava
- 2) **ENDODERM** – výstelky střední části střeva, trávicí žlázy, plíce obratlovců, štítná žláza, chorda dorsalis
- 3) **MEZODERM** – nejdříve se rozliší celomové váčky, které se rozdělí na hřbetní části na tzv. somity a v břišní laterální destičky  
**somity** – škára, kostra, kosterní svalstvo, ledviny, vývody pohlavních žláz  
**laterální destičky** – pohlavní žlázy, části pohlavních vývodů  
**mezenchym** – srdce, cévní soustava, osrdečník, střevní závěs ( v oblasti laterálních destiček)

## POSTEMBRYONÁLNÍ VÝVOJ

- začíná uvolněním zárodka z vaječných obalů, což probíhá 2 způsoby

### A) NEPŘÍMÝ VÝVOJ (vývoj s proměnou) – mezi embryem a dospělcem je stádium **larvy**

- Vývoj hmyzu z vajíčka → larva → svlékání, po posledním svlékání vzniká **imago** (dospělec) = larva podobná dospělci – menší, bez pohlavních orgánů
  - o **hmyz s proměnou nedokonalou** – (rovnokřídílí, švábi) – larvy (najády) – nymfy
  - o **hmyz s proměnou dokonalou** – vloženo stádium **pupy (kukly)** – dochází k metamorfóze (proměně) → rozpuštění tkání → přestavba → dospělec → kukla proměna → dospělec s jinými znaky (motýli) typy larev: housenky, housnice, ponravy, strusky ...

### B) PŘÍMÝ VÝVOJ – zárodek podobný dospělci

- Zárodek je připraven na samostatný život, podobný dospělci, roste, dospívá, vyvíjí se pohlavní orgány
- Vývoj v těle matky – aby zárodek byl co nejlépe připraven k samostatnému životu
- **Zygota** se mění v **trotoblast** a **amnioblast**, z části buněk vznikají **zárodečné obaly** a z části **plodová voda**

- Vytváří se **amniová dutina** – ohraničena blánami, bývá naplněna tekutinami (u obratlovců – plodová voda), 2 blány: **amnion** (vnitřní), **Chorion (seroza)** – vnější (vytváří se až u *amniot* = plazi, ptáci, savci (plazi, ptáci vajíčka vyvíjející se mimo tělo matky, savci - přímý porod + mateřské mléko)
- Obaly zabraňují vysychání zárodku

#### **4) Typy pohlavních žláz a jejich funkce**

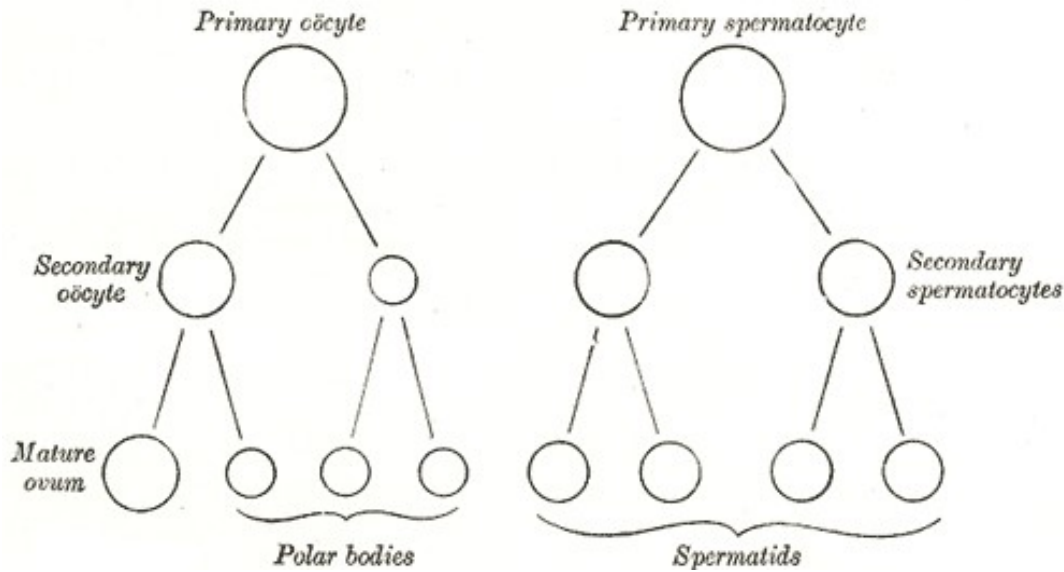
- Stavba pohlavní soustavy:
  - o Gonády s pohlavními buňkami
  - o Pohlavní vývody
  - o Přídavné žlázy
  - o Kopulační orgány

#### **Gonády**

- Nazývají se též pohlavními žlázami
- Vznikají a diferencují se v nich pohlavní buňky
- Jsou to zpravidla oválné nebo trubicovité útvary, uložené v tělních dutinách nebo v tělním parenchymu
- V pohlavní žláze se mohou vyvíjet:
  - o vajíčka i spermie (obojetné neboli hermafroditické gonády, ovotestes)
  - o pouze vajíčka (samičí gonády, vaječníky, ovaria)
  - o pouze spermie (samčí gonády, varlata, testes)

#### **Pohlavní buňky**

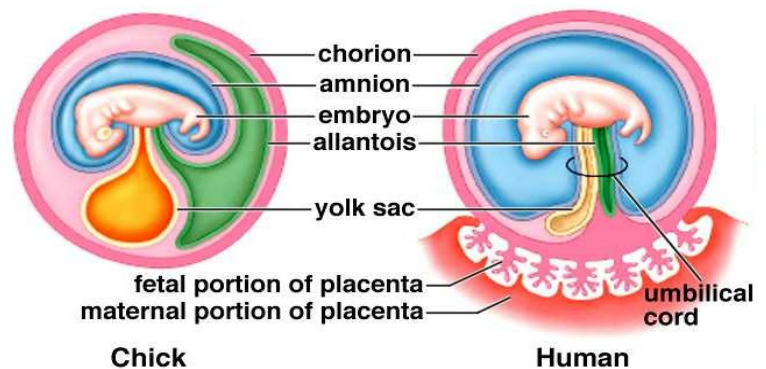
- Jsou dvojího typu
  - o samčí neboli chámové (spermie, spermatozoidy)
  - o samičí neboli vaječné (vajíčko, ovum)
- Vznik pohlavních buněk
  - o z nesespecializovaných buněk tkání
  - o z prapohlavních buněk v pohlavních žlázách
  - o **Spermatogeneze:** primární spermatocyt (2n) – 1. MEIOTICKÉ DĚLENÍ – sekundární spermatocyt (n) – 2. MEIOTICKÉ DĚLENÍ- spermie (n)
  - o **Oogeneze:** primární oocyt (2n) – 1. MEIOTICKÉ DĚLENÍ – sekundární oocyt (n) + první pólóvé tělísko (n) – 2. MEIOTICKÉ DĚLENÍ oocytu - zralý oocyt (n) + druhé pólóvé tělísko (n)
    - vajíčka mohou být uschována v ootékách, kokonech
    - u vyšších obratlovců jsou zárodečné obaly - ochrana před suchem
    - Pólóvá tělíška v drtivé většině případů beze zbytku zanikají (slouží pouze pro eliminaci chromosomů během meiózy); první pólóvé tělíško také může projít druhým meiotickým dělením a dát vzniku dvěma haploidním buňkám, které ale stejně zaniknou.



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- Ochrana zárodka, vajíček
  - o Vajíčka, ootéky, kokony
  - o Zárodečné obaly - zárodečné blány  
vrstva chránící zárodek před vysycháním a otřesy (vnitřní obal - amnion, zevní obal - chorion) a zprostředkující výměnu plynů i ukládání pevných produktů (alantois)
  - o Zárodečné obaly se vyskytují u vyšších obratlovců (*Amniota* plazi, ptáci savci) a u mnoha suchozemských bezobratlých živočichů, například u hmyzu a štírů.
  - o U savců srůstá chorion s alantoidem a dává základ placentě

## Extraembryonic membranes



- Typy vajíček
  - o Liší se tím, jakým způsobem se do vajíček ukládají zásobní látky, ty jsou uloženy ve **žloutku** (žloutek obsahuje zásobní látky, které vyživují vyvíjející se zárodek – zrna vitelinu, nukleové kyseliny, bílkoviny, tuky), na žloutku vzniká **animální** (budoucí zárodek) a **vegetativní pól** (výživa – soustředěn žloutek)
    - a) **holoblastická vajíčka** – buď málo žloutku, nebo jsou úplně bez něho
      - i) **alecitální** – nemají vůbec žloutek
      - ii) **izolecitální** – málo žloutku, volně rozptýlen v cytoplasmě
      - iii) **heterolecitální** – málo žloutku, ale typické pólové rozlišení (vegetativní, animální pól)
    - b) **meroblastická (polylecitální)** – hodně žloutku
      - i) **telolecitální** – animální pól je malý, zatlačen zbytkem vajíčka tvořeného žloutkem (ptáci)
      - ii) **centrolecitální** – žloutek je pod povrchem vajíčka a jádro je ve středu (hmyz)
- Vajíčko je obklopeno **vaječnými obaly**, vznikají na povrchu vajíčka na konci růstové fáze
  - a) **primární obaly** - jsou vylučovány samotným oocytem, nejčastěji pružné membrány
    - žloutková blána (membrana vitellina), např. u ptáků (*Aves*)
    - žíhaná membrána (zona radiata = oolema) u savců (*Mammalia*)
  - b) **sekundární obaly** - vznikají činností folikulárních
    - např. tuhý chitinoideální obal vajíček hmyzu (*Insecta*) chorion

- c) **terciální obaly** - vznikají zpravidla až po oplození činností přídatných žláz samičího pohlavního ústrojí
- př. skořápky, papírové blanky a bílek ptačích vajíček (Aves)
  - rosolovité obaly vajíček měkkýšů (Mollusca) nebo rosolovité a plstovité obaly vajíček hmyzu (Insecta), jehož vývojová stádia žijí ve vodě

### Pohlavní vývody

- Utvářeny rozmanitě, často splývají s vývody vylučovacích orgánů a pak hovoříme o tzv. **urogenitální soustavě**.
- Vývody samčí gonády (chámovody, spermidukty) a samičí gonády (vejcovody, ovidukty) se obvykle výrazně liší
- U ptáků, obojživelníků, plazů, vačnatců a ptakořitných nacházíme společný vývod pro rozmnožovací, vylučovací i trávicí soustavu - **kloaku**, vejcovody (**Müllerovy chodby**) ústí většinou do kloaky
- U nižších o. jsou spermie (jako moč) odváděny primitivním močovodem tzv. **Wolfovou chodbou**

### Přidatné žlázy pohlavního ústrojí

- Většinou ústí do pohlavních vývodů
- Mohou to být např. žlutkové žlázy, doplňující zásoby živin vajíček, nebo žlázy skořápečné (tvořící terciální vaječné obaly).
- **Buňky endokrinních žláz** bývají uloženy přímo v gonádách, vylučují hormony řídící vývoj pohlavních buněk a pohlavní činnost živočicha, a také zodpovídají za vznik sekundárních pohlavních znaků.
- Do pohlavních vývodů ústí také **rezervoáry spermií**, a to u obou pohlaví → u samic jde o **semenné schránky**, uchovávající zásobu spermií sloužící k oplozování vajíček i mimo dobu páření → u samců jsou to tzv. **semenné vāčky** sloužící k přechovávání zralých spermií do doby páření

### Kopulační orgány

- Zajišťují kontakt samčích a samičích buněk (oplození)
- Živočichové mohou být
  - **Gonochorismus**: gonochorista je schopný produkovat pouze samičí nebo samčí pohlavní buňky; mohou mít pohlavní dimorfismus (barva, přídatné orgány, velikost...)
  - **Hermafroditismus**: hermafrodit je schopný produkovat současně vajíčka i spermie; má buďto varlata i vaječníky, nebo jsou oba tyto orgány nahrazeny tzv. obojetnou pohlavní žlázou (=ovotestis) – žížala, hlemýžď
- Dělení živočichů z hlediska toho, jakým způsobem rodí své potomky
  - **ŽIVORODÍ (viviparie)** – rození živých mláďat z těla samice bez vaječných obalů (stejným termínem se však také označuje specifická schopnost klíčení semen rostlin přímo na mateřské rostlině), placentální, ale i jiní obratlovci, někteří bezobratlí - hmyz, houbovci, láčkovci
  - **VEJCOŽIVORODÍ (ovoviviparie)** – v tomto případě nemá samice v těle žádné orgány sloužící k výživě zárodku, ale vajíčka setrvávají v těle matky a vyvíjejí se v něm uvnitř vaječných obalů. Samice snáší vajíčka, ze kterých se ihned líhnou mláďata, případně se mláďata líhnou z vajíček ještě v těle matky a rodí se živá. Např. zmije obecná klade vejce s blanitým obalem nebo rodí přímo živá mláďata
  - **VEJCORODÍ (ovoparie)** – u převážné většiny živočichů. Vajíčka v tomto případě prodělávají embryonální vývoj ve vnějším prostředí a tam se z nich také líhnou mláďata nebo larvy – ptáčkové :D (nebreč, Zuzano)

## 5) Embryonální původ rozmnožovacích soustav

- **Embryonální původ u obratlovců**
  - Mesoderm
    - Gonády
    - Stěny Wolffovy chodby, Mullerovy chodby a jejich derivátů (např. vejcovodů)
- **Embryonální původ u bezobratlých**
  - Ektoderm
    - Gonády dospělých medúz
  - Mesoderm
    - Zárodečný epitel pohlavních žláz (s výjimkou žahavců a žebernatek)
  - Coelom
    - Proximální část coelomoduktu

- Entoderm
  - Gonády některých medúz (efyry) a žebernatek

## 6) Srovnání stavby a funkce rozmnožovacích orgánů v rámci obratlovců

### BEZOBRATLÍ:

- u hub se mohou pohlavní buňky vytvořit prakticky na libovolném místě těla (archeocyty)
- první pohlavní orgány jsou vytvořeny u **ŽAHAVCŮ** - bez vývodů, gamety se uvolňují protržením stěny pohlavních orgánů do gastrovaskulárního prostoru láčky a ústy opouštějí tělo
- u ostatních bezobratlých najdeme pohlavní orgány s vývody
- přídatné orgány u bezobratlých: kopulační orgány samců, kladélko samice atd.
- vývoj potomků:
  - Přímý - mládě se podobá dospělci, v něhož se mění dorůstáním a dozráváním pohlavních žláz
  - Nepřímý - z vajíčka vzniká larva, nepodobná dospělci, která prochází několika vývojovými stadii → např. u hmyzu pak navíc rozlišujeme **proměnu dokonalou** (vajíčko – larva – kukla - dospělec) a **nedokonalou** (vajíčko - larva - dospělec)

### OBRATLOVCI:

- mají vždy vytvořeny pohlavní orgány
- samci - varlata (s výjimkou mihulí jsou párová)
- samice - vaječníky (nepárové u ptáků a žraloků)
- samčí spermie z varlat odvádějí **chámovody** (adaptovaný primární močovod)
- samice mají samostatné, od močových cest oddělené vývody - **vejcovody**, v nichž získávají vajíčka obaly
- součástí pohlavních cest samic je **děloha** (uhnízdění vajíčka a vývoj zárodku)
- živorodí savci – Müllerova chodba se rozpadá na 3 části → z ní vzniká vejcovod, děloha a pochva
- samci i samice vytváří zvláštní kopulační orgány - **penis, pochva**
- u některých nižších obratlovců vznikají kopulační orgány přeměnou **paprsků** řitní ploutve (pterygiopody žraloků) či přeměnou paprsků břišních ploutví (gonopodia ryb), u některých skupin – šelmy, hlodavci, kytovci – je vyztužen **kostí pyjovou** (*os penis*): DDDDD
- **nadtřída Kruhoústí**
  - gonochorismus
  - rozmnožování: pohlavní, většinou vnější, vývin nepřímý (přes larvu MINOHU – větší než dospělec)
- **nadtřída Čelistnatci**
  - třída Paryby
    - gonochorismus
    - rozmnožování: pohlavní, oplození vnitřní (pterygopody), vývin přímý (vejcorodí; převážná většina živorodí)
  - třídy Ryby
    - gonochorismus, vajíčka = jikry, spermie = mlíčí, vypuzování gamet = tření, místo tření = trdlišťe, plůdek = embryo (není to larva)
    - rozmnožování: pohlavní, oplození až na výjimky vnější
  - třída Obojživelníci
    - gonochorismus
    - rozmnožování: pohlavní, vývin nepřímý, většinou vnitřní oplození, žáby až na výjimky vnější, k oplození vajíček spermii dochází při páření ve vodě, avšak způsob oplození vajíček není jednotný, vejcoživorodí nebo živorodí
    - larva = pulec s ocasem – u žab ocas zaniká, nejdřív zadní nohy; u čolků a mloků ocas zůstává, nejdřív přední nohy
  - třída Plazi
    - gonochorismus (objevuje se partenogeneze – např. varan komodský)
    - rozmnožování: pohlavní, vnitřní oplození, vejcorodí, vejcoživorodí, vzácně živorodí (Scink), vývin přímý, vaječný zub (=malý ostrý výstupek blízko špičky horní čelisti, který pomáhá mláďatům při líhnutí z vejce (proříznutí vaječných obalů), po vylíhnutí vaječný zub zmizí)
    - krokodýli - pohlaví mláďat je dáno teplotou v hnízdě při inkubaci. Samečci se líhnou při 30–32 stupních C, samice při teplotě nižší
    - hemipenis
  - třída Ptáci
    - gonochorismus; spojení vylučovací, trávicí a rozmnožovací – jeden vývod KLOAKA → jen pštros + pár výjimek má penis, jinak přiložením kloak

- rozmnožování: pohlavní, vnitřní oplození, vývin přímý, vejcorodí, vaječný zub
- třída Savci
  - gonochorismus,
  - rozmnožování: pohlavní, vnitřní oplození, vývin přímý, vejcorodí - ptakořitní, vejcoživorodí – výjimka: ptakopysk, živorodí – placentálové a vačnatci
  - placentální savci - speciální orgán **PLACENTA** = dočasný orgán, který vzniká v děloze březí samice placentálních savců, na jeho vzniku se podílí jak tkáň plodu (konkrétně část jeho obalů), tak i děložní sliznice matky, plod je k placentě připoután pupečníkem (pupeční šňůrou) → funkcí je zajistit plodu přívod kyslíku a živin a odvod zplodin jeho metabolismu, zdroj hormonů nezbytných pro udržení těhotenství (např. gestageny, hCG, HPL), důležitý je také význam imunologický, díky placentě totiž imunitní systém matky nepoškodí plod, který by jinak byl jako imunologicky cizí těleso imunitou matky napadán

## **8) Modifikace rozmnožovacích soustav / strategií jako adaptace na životním prostředí organismu**

- vnější oplození na vnitřní → s přechodem na souš (ale zachováno vlhké prostředí v pohlavních cestách)
- nepohlavní rozmnožování, pohlavní rozmnožování (viz výše)
- partenogeneze – když jsou dobré podmínky (hmyz, někteří plazi, prokázáno i u některých paryb)
- uschování spermií v těle samičky – někteří plži, ptáci (umí si uskladnit spermie od více samců a pak si vyberou nejkvalitnější... *Americká ještěrka Uta stansburiana se spáří během jednoho reprodukčního cyklu s pěti až šesti samečky a dokáže sperma rozřadit tak, že s většími samečkami zplodí syny a s menšími dcery. Její genitálie tedy ještě navíc nějak rozpoznají "holčičí" a "klučičí" spermie.*)
- rodozměna – když přijdou špatné časy, změna z nepohlavního na pohlavní
- K-strategie a r-strategie (viz níže)
- Kudlanka nábožná, černá vdova – samice žerou po kopulaci samce, samce někdy vyvázne
- Ploštice, štěnice – traumatická inseminace = samec propíchne povrch samice penisem a oplodní ji
- ...

## **9) Reprodukční strategie organismů a péče o potomstvo**

**K-životní strategie** – strategie podle únosné kapacity prostředí (K)

- K-strategové mají individuální i populační růst pomalý, vrozený rozmnožovací potenciál ( $r_{max}$ ) je malý
- Mají velkou hmotnost těla
- Jedinci později pohlavně dospívají a délka jejich života je dlouhá
- Početnost jejich populace je stálá, homeostatické mechanismy jsou vyvážené, jejich populační hustota je trvale vysoká, blízko hranice únosnosti kapacity prostředí K, takže mají značně vyvinutou vnitrodruhovou i mezidruhovou kompetici (konkurenci)
- Mortalita není tak vysoká a je závislá na populační hustotě
- Populace K-strategů jsou selekčním výběrem přizpůsobeny vysokému, avšak vyváženému stavu za mnohem konstantnějších podmínek. (př. velké šelmy, draví ptáci, kopytníci)

**r-životní strategie** – strategie podle specifické rychlosti populačního růstu (r)

- Patří sem živočišné druhy vyznačující se rychlým růstem populace, vysokým vrozeným reprodukčním potenciálem ( $r_{max}$ ),
- Malá hmotnost těla, časným rozmnožováním mladých jedinců a krátkověkostí
- Početnost jejich populace prudce kolísá, vyváženost homeostáze je malá, populační hustota je za normálních podmínek hluboko pod únosnou kapacitou prostředí
- Mortalita je často velmi vysoká
- Patří sem hlavně různé druhy hmyzu a z vyšších živočichů např. hraboš polní (*Microtus arvalis*) i jiní hlodavci
- Populace r-strategů reagují okamžitě na jakékoliv zlepšení životních podmínek prudkým růstem, což znamená, že tíhnou k přemnožování a gradacím.

**Péče o potomstvo:**

**a) Nidikolní** (krmivá) - mláďata holá, nevidí, neslyší, pohyb omezen, odchov v doupatkách (hnízdech), potravu obstarává matka, mláďata jsou zcela závislá a nesamostatná

**b) Nidifugní** (nekrmivá) - mláďata se srstí a smysly již vyvinutými, pohyb relativně neomezen. Jen u nejdokonalejších primátů jsou mláďata pohybově (i jinak) zcela závislá na matce. Kontakt s matkou musí být zachován.

## **10) Určení pohlaví – genetické, epigenetické**

- **Genetické**
  - 1902 existence pohlavních chromozomů C. E. McClung
  - Typ Drosophila (savčí typ)
    - XX samice, XY samec
    - XX homogametické pohlaví
    - XY heterogametické pohlaví
    - Dvoukřídlý hmyz, rovnokřídlý hmyz..., savci, někteří plazi, některé ryby, většina dvoudomých rostlin
    - Y gen SRY (1990, krátké raménko Y chromozomu, regulační protein pro DNA, diferenciace varlat)
    - Y chromozom – 78 genů, X chromozom – 1098 genů
    - X chromozom
      - Inaktivace – lyonizace – Barrovo tělísko
      - V časném embryu – v blastocystě, přednostně inaktivován samčí X chromozom
      - Bez inaktivace – smrt v časném embryu (smrt buněk ektodermu, nevyvíjí se mezoderm), výjimku z inaktivace mají pohlavní buňky
  - Typ Abraxas (ptačí typ)
    - ZW samice, ZZ samec
    - Motýli, ptáci, želvy, obojživelníci, hadi, některé ryby, u rostliny ojediněle
  - Typ Protenor
    - XX samice, XO samec
    - Oplodněný vajíčka → samice, neoplozený vajíčka → samec
    - Ploštice
  - Haplo/diploidní typ
    - Blanokřídlý hmyz
    - Vajíčka (2n) → samičky, vajíčka (n) → samci
- **Epigenetické**
  - Poloha prapohlavních buněk v těle
  - Fyziologické stav jedince
  - Velikost a stáří živočicha
  - Ektohormony (rypohlavci)
  - Teplota (některý druhy želv, ještěřů, aligátoři, haterie)
- **Historie**
  - Aristoteles – rozhoduje teplota (oheň x voda)
    - U mnoha plazů platí
  - Antika – pravo/levá teorie
    - Z pravého varlete – sameček
    - Z levého varlete – samička
    - Středověk – jednostranné kastrace



# 19 - Látkové řízení člověka a organismů (včetně hormonů rostlin)

## Podotázky:

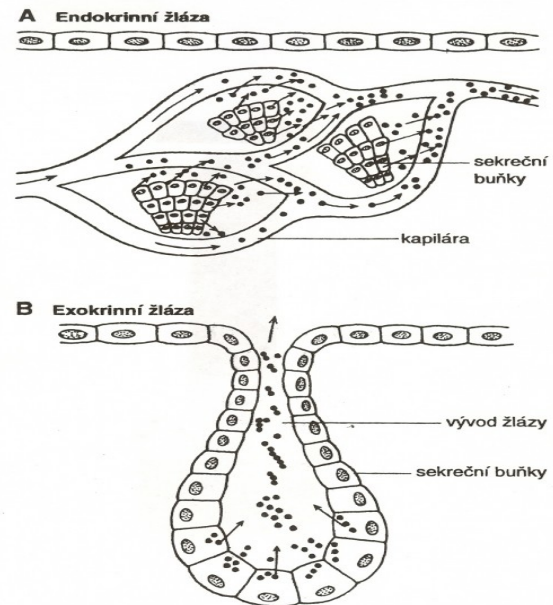
- 1) Typy látkového řízení organismů
- 2) Stimulátory a inhibitory růstu rostlin
- 3) Embryonální původ žláz s vnitřní sekrecí
- 4) Základní charakteristika soustavy žláz s vnitřní sekrecí člověka
- 5) Srovnání exokrinních a endokrinních žláz
- 6) Regulace produkce hormonů, mechanismus působení hormonů v závislosti na jejich chemickém složení
- 7) Tkáňové hormony
- 8) Přehled endokrinních žláz a jejich hormonů
- 9) Choroby soustavy žláz s vnitřní sekrecí
- 10) Srovnání nervového a látkového řízení organismu

## Odborné pojmy:

- **princip zpětné vazby** = je to děj, kdy odpověď buňky na signál (hormon) zpětně ovlivňuje zdroj signálu (endokrinní žlázu). Zpětná vazba může být pozitivní nebo negativní. Při pozitivní zpětné vazbě (např. působení oxytocinu při porodu) dojde k odpovědi zesilující původní signál. Při negativní zpětné vazbě je původní signál odpovědí ztlumen.
- **druhý posel** = předání signálu do buňky prostřednictvím další látky
- **neurosekrece** = schopnost nervových buněk tvořit hormony
- **nanismus** = nemoc, ke které dochází při nedostatku růstového hormonu (=trpaslíci)
- **hyperthyreóza** = onemocnění štítné žlázy, syndrom vyvolaný zvýšenou sekrecí hormonů štítné žlázy
- **hypoglykémie** = stav, který se může objevovat při poklesu hladiny cukru v krvi pod 4 mmol/l
- **feromon** = látky vytvářené tělem a šířené za účelem vnitrodruhové komunikace (často ovlivňují výběr partnera – ten, kdo nám voní)
- **synergisté mezi hormony** = interakce mezi hormony, podpora jednoho hormonu druhým
- **hypotalamo - hypofyzární systém** = nejdůležitější součástí neuroendokrinního systému (systému, který spojuje nervové a endokrinní signály) a řídí ostatní žlázy s vnitřní sekrecí.
- **fytohormony** = rostlinné vnitřní hormony růstu

## 1) Typy látkového řízení organismů

- Podmínkou existence každého živého organismu je schopnost přizpůsobení se stále se měnícím vnitřním i zevním podmínkám
- Dlouhodobým vývojem vznikly specializované systémy řízení a regulace zajišťující homeostázu
- U člověka se vyvinuly 2 základní systémy řízení:
  - o látkový = humorální = endokrinní
  - o nervový
- Látkové (= hormonální) chemické řízení je vývojově starší. Je zabezpečováno různými druhy žláz s tzv. vnitřní sekrecí (endokrinní žlázy), které své produkty (hormony) vylučují přímo do krve
  - o **Endokrinní žlázy**
    - vylučují látky přímo do krve (funguje na principu zpětné vazby)
    - jsou bez vývodu
    - např. podvěsek mozkový, štítná žláza, nadledviny...
    - prokrvené výměšky, produkty = **hormony**
  - o **Exokrinní žlázy**
    - mají vývod – vylučují látky buď na povrch těla, nebo do tělních dutin
  - o **Funkce**
    - zajišťuje růst
    - zajišťuje rozmnožování
    - zajišťuje celkový metabolismus
    - udržuje homeostázu (stálost a rovnováha v lidském organismu; stálost vnitřního prostředí, teploty, ...)
    - zajišťuje hospodaření s vodou a ionty



## HORMONY

- vylučovány přímo do krve
- tvořeny ve specializovaných buňkách
- působí již ve velmi malé koncentraci
- jsou dopravovány k cílovým buňkám, u nich se vážou na úzce specifické receptory, tj. specifické místo na plazmatické membráně cílové buňky. Hormon do buňky proniká a ovlivňuje syntézu buněčných bílkovin, tj. působí na buňky cílových orgánů přímo (např. stah hladké svaloviny), při nepřímém působení je receptor obsažen v cytoplazmatické biomembráně buňky => ovlivňuje propustnost biomembrány pro určité látky (např. ADH – průsvit cév glomerulu; zpětné vstřebávání vody) → funkcí hormonů je ovlivňovat činnost jednotlivých buněk
- hladiny hormonů jsou v krvi velmi nízké
- po splnění úkolu jsou v játrech rozkládány a pak se vylučují nebo slouží k tvorbě nových molekul hormonu
- účinek hormonů se může s věkem měnit
- hormony mají vysokou specifickou, tj. nenapodobitelnost jejich účinku jiným typem látky
- **Rozdělení hormonů podle místa vzniku:**
  - o Žlázové hormony – vylučované specializovanými žlázami
  - o Tkáňové hormony - vylučovány z tkání (např. sekretin - tvoří se ve dvanáctníku, po přijetí potravy putuje do slinivky břišní a stimuluje uvolnění pankreatické šťávy)

- Neurohormony - produkovány neurosekrečními buňkami (**neurokrinie** - schopnost nervových buněk tvořit hormony, např. hypothalamus, dřeň nadledvin - tvoří hormon adrenalin, noradrenalin).
- **Rozdělení hormonů podle složení:**
  - Hormony peptidické povahy (*inzulin, glukagon*)
  - Deriváty aminokyselin (*adrenalin, tyroxin*)
  - Hormony steroidní povahy (*testosteron, estrogeny*)
  - Glykoproteiny (*folitropin, tyreotropin*)
- **Rozdělení hormonů podle způsobu účinku:**
  - Regulační – ovlivňují jiné endokrinní žlázy (*liberiny hypothalamu*)
  - Hormony s přímým účinkem na tkáň (*inzulin, tyroxin*)
  - Hormony působící lokálně (*endotelin*)

## 2) Stimulátory a inhibitory růstu rostlin

- **Vnější faktory růstu**
  - světlo: etiolizace (= žloutnutí rostlin)
  - teplo: minimum × optimum × maximum
  - kyslík: dýchání
  - voda: elongační fáze
  - živiny: optimální množství
  - znečištění prostředí a UV paprsky růst zpomalují
- **Vnitřní faktory růstu = FYTOHORMONY**
  - syntetizovány rostlinou; vedení cévními svazky
  - **Stimulátory** (povzbuzení činnosti)
    - Auxiny
      - v dělivých pletivech
      - růst postraních a adventivních kořenů
      - dávají se do stimulátor
    - Cytokininy - asi 20 druhů
      - kořeny + xylém
      - urychlení dělení buněk
      - regenerace; tvarování plodů; zpomaluje stárnutí
      - zvyšování výnosů z obilí, produkce biomasy
      - vládnání stresových situací (okus, extrémní teploty, ...)
    - Gibereliny - asi 100 druhů
      - všechny rostlinné orgány
      - zvyšují dělení buněk
      - stimulují prodlužování prýtu; větší velikost plodů (réva)
      - vedení floémem
      - klíčení semen; zpomaluje stárnutí
  - **Inhibitory** (utlumení činnosti)
    - Kyselina abscisová
      - tvoří se ve spících pupenech, semenech, hlízách
      - navozuje období klidu (= dormance)
      - opad listů; tvorba zásobních bílkovin v semenech
      - tlumí prodlužovací růst, urychluje stárnutí, brzdí metabolismus
      - stresové situace
    - Etylen= ethen
      - plyný hormon, který vzniká rozkladem chem. látek
      - ven se dostává průduchy (může tak ovlivnit jiné rostliny)

- omezuje růst kořenů, prodlužování
- urychluje dozrávání plodů (vpouští se do skladů s nedozrálým ovocem)

### 3) Embryonální původ žláz s vnitřní sekrecí

- **Ektoderm**
  - Adenohypofýza (z Rathkeho výchlípků)
  - Neurohypofýza (z výchlípků diencefala)
  - Dřeň nadledvin (z neurální lišty)
- **Mezoderm**
  - Kůra nadledvinek
  - Varlata
  - Vaječníky
- **Entoderm**
  - Štítná žláza
  - Příštítná tělíska
  - Brzlík
  - Slinivka břišní (částečně)

### 4) Základní charakteristika soustavy žláz s vnitřní sekrecí člověka

- Reguluje, řídí a koordinuje spolu činnost organismu s nervovou soustavou
- Podílí se na udržení homeostázy, reguluje metabolismus, odezvě organismu na stres a je hlavním regulátorem růstu a reprodukce jedince
- Na rozdíl od nervové soustavy, která se uplatňuje zejména při okamžité odezvě na podnět a při chování, se endokrinní systém uplatňuje hlavně při pomalejších regulacích dlouhodobého charakteru
- Oba systémy se vzájemně doplňují a velmi těsně spolu kooperují při řízení organismu.
- Rychlost odezvy na podnět je sice pomalejší, ale působí déle → je dáno způsobem přenosu informace v organismu
- Endokrinní systém využívá k přenosu informací chemické sloučeniny - hormony. Řízení systému je označováno jako humorální, protože hlavním transportním médiem hormonů jsou tělní tekutiny (z latinského humor)

### 5) Srovnání exokrinních a endokrinních žláz

#### ENDOKRINNÍ SOUSTAVA

- je kontrolní systém endokrinních žláz, které vylučují chemické posly zvané hormony, které cirkulují v těle v krevním oběhu na ovlivnění vzdálených orgánů
- **Endokrinní žlázy**
  - hypothalamus
  - hypofýza
    - adenohypofýza
    - neurohypofýza
  - epifýza
  - štítná žláza
  - příštítná tělíska
  - nadledvinky
    - nadledvinková kůra

- nadledvinková dřeň
- Langerhansovy ostrůvky v slinivce břišní
- varlata
- vaječníky
- placenta, žluté tělísko, folikul

### **EXOKRINNÍ SOUSTAVA**

- orgánová soustava, která sdružuje všechny exokrinní žlázy, jejichž produkt je vylučován na povrch přímo nebo prostřednictvím vývodu.
- obvykle se sekrety těchto žláz uvolňují do tělních dutin či na samotný povrch těla
- **Exokrinní žlázy**
  - Potní žlázy
  - Mazové žlázy
  - Mléčné žlázy
  - Slinné žlázy
  - Játra
  - Slinivka břišní
  - Další různé žlázy spojené s pohlavní soustavou...:D

## **6) Regulace produkce hormonů, mechanismus působení hormonů v závislosti na jejich chemickém složení**

### **Princip zpětné vazby**

- Je to děj, kdy odpověď buňky na signál (hormon) zpětně ovlivňuje zdroj signálu (endokrinní žlázu).
- Zpětná vazba může být pozitivní nebo negativní
  - Při pozitivní zpětné vazbě (např. působení oxytocinu při porodu) dojde k odpovědi zesilující původní signál.
  - Při negativní zpětné vazbě je původní signál odpovědi ztlumen

### **Kompenzační hypertrofie** (po odnětí části endokrinní žlázy)

- snížená produkce konečného hormonu (odebrali jsme část žlázy) způsobí zvýšenou produkci tropního hormonu → to způsobí zbytnění dané endokrinní žlázy, protože ta není schopna vyprodukovat takové množství hormonů, které by bylo potřeba; proto hypertrofuje
- „snaží se to dohnat“

### **Kompenzační atrofie** (terapeutické podávání hormonu)

- hormon podáváme, protože je ho v těle nedostatek (porucha konkrétní endokrinní žlázy)
- tím, že ho podáme rovnou, snížíme v těle produkci tropního hormonu, tím pádem se sníží produkce hormonu dané endokrinní žlázy, která proto atrofuje (nemusí hormon produkovat, tělu je dodáván uměle) → produkuje ho ještě méně než před tím

### **Funkce hormonů z hlediska metabolismu**

- katabolické hormony
  - kortizol
  - tyroxin
  - parathormon
  - tyreokalcitonin
  - glukagon
- anabolické hormony
  - androgeny
  - estrogeny

- gestageny
- inzulín
- somatotropní hormon

## 7) Tkáňové hormony

- neputují příliš krevním oběhem, působí spíše přímo ve tkáních, kde se vytvoří, nebo blízko nich
- orgány, které produkují tkáňové hormony, nejsou primárně endokrinními žlázami
- **Žaludek**
  - gastrin - stimulace peristaltiky, tvorba žaludeční šťávy
- **Tenké střevo**
  - sekretin - stimuluje žlučník a pankreas
  - somatostatin - inhibuje žlučník a pankreas
  - motilin - stimuluje peristaltiku
- **Ledviny**
  - renin - stimuluje tvorbu aldosteronu
  - erythropoetin - umožňuje erythropoézu
  - D-hormon - stimuluje resorpci Ca ze střeva
- **Játra**
  - somatomedin - zprostředkuje růst kostí
- **Srdce**
  - ANP (atriový natriuretický peptid) – podporuje vylučování iontů sodíku a vody v ledvinách, snižuje krevní tlak

## 8) Přehled endokrinních žláz a jejich hormonů

### HYPOTHALAMUS

- součást mezimozku
- řídí činnost vnitřních orgánů
- reaguje na změny vnitřního prostředí – hormony produkované specializovanými neurosekrečními buňkami
- 2 typy hormonů
  - **hormony řídící činnost hypofýzy (předního laloku)**
    - liberiny (např. somatoliberin, thyroliberin...) - stimuluje produkci hormonů
    - statiny (např. somatostatin, thyreostatin...) - snižuje produkci hormonů
    - PIH (= dopamin) – prolaktin inhibující hormon
    - do předního laloku hypofýzy (adenohypofýzy) transportovány krví
  - **hormony přímo řídící činnost některého orgánu**
    - po nervových drahách transportovány do zadního laloku hypofýzy (neurohypofýzy), odkud jsou uvolňovány do krve
    - antidiuretický hormon (= vasopresin, ADH) - ovlivňuje propustnost ledvinových kanálků pro vodu a zvyšuje její zpětné vstřebávání z moči do krve; zvyšuje krevní tlak (zvyšuje se množství vody v organismu), řídí rovnováhu mezi množstvím vody a solí v organismu
    - oxytocin - stahy hladkého svalstva dělohy při porodu, stahy hladkého svalstva, ve vývodech mléčné žlázy při sání kojence, u mužů ovlivňuje vylučování sodíku

### HYPOFÝZA

- přední lalok hypofýzy = adenohypofýza → řízen hormony hypotalamu, sekretorická funkce

- zadní lalok = neurohypofýza → sklad hormonů hypotalamu a jejich distribuce do těla
- růstový hormon – somatotropin (STH) - ovlivňuje metabolismus bílkovin, tuků (štěpení), sacharidů a minerálních látek, řídí produkci somatomedinů v játrech
- adrenokortikotropní hormon (= adrenokortikotropin, ACTH) - ovlivňuje činnost kůry nadledvin → zvyšuje sekreci glukokortikoidů – vede k inhibici produkce ACTH
- tyreotropní hormon (= tyreotropin, TSH) – řídí růst a činnost štítné žlázy
- gonadotropní hormony - ovlivňují růst a činnost pohlavních žláz
  - o folikulostimulační hormon (=folitropin, FSH)
    - ženy: růst folikulů ve vaječnících, produkce ženských pohlavních hormonů – estrogenů
    - muži: tvorba pohlavních buněk = spermiogeneze
  - o luteinizační hormon (= lutropin, LH)
    - ženy: ovulace, růst žlutého tělíska, produkce progesteronu
    - muži: růst buněk produkujících testosteron
- prolaktin (=luteotropní hormon, PRL, LTH) – vyměšování mateřského mléka, snižuje produkci pohlavních hormonů (↓ schopnost oplodnění v době kojení), ovlivňuje psychiku

### EPIFÝZA

- šišinka
- je připojená ke stropu komory mezimozku
- melatonin - brzdí pohlavní činnost, produkce je závislá na délce osvětlení (s prodlužováním světelného dne tvorba klesá – vnitřní hodiny obratlovců)

### ŠTÍTNÁ ŽLÁZA

- nejstarší endokrinní žláza
- po stranách chrupavky štítné
- produkce hormonů řízena tyreotropním hormonem a dostupností jódu
- tyroxin (T<sub>4</sub>), trijodtyronin (T<sub>3</sub>) – AMK s navázaným jódem, kontrola metabolické aktivity buněk (kromě mozku, sleziny a varlat), zrychlení reflexní odpovědi (používá se na diagnostiku hypotyreózy – prodlužuje se doba reflexu Achillovy šlachy)
- kalcitonin (CT) – snižuje hladinu Ca<sup>2+</sup> a PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> iontů v krvi (antagonista parathormonu) ← zvyšuje jejich ukládání do kosti, jeho sekrece nastává při koncentraci vápníku nad 2,35 mmol/l, sekrece stimulována také dopaminem, estrogeny, gastrinem

### PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA

- čočkovité útvary na zadní straně štítné žlázy
- parathormon (PTH) – udržuje stálou hladinu Ca<sup>2+</sup> a PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> iontů v krvi, stimuluje osteoklasty → do krve se uvolňuje kalciumfosfát (během minut) → zvýšení hladiny vápníku v krvi, zvyšuje zpětné vstřebávání vápníku ve vzestupném raménku Henleovy klíčky, distálním tubulu a sběracím kanálku
  - o nadbytek – odvápnění kostí
  - o nedostatek – snížení obsahu Ca<sup>2+</sup> v krvi, zvýšení nervosvalového dráždění, až křeče (tetanie) dýchacích svalů – příčina udušení
  - o příjem vápníku z potravy – nutný dostatek vitAMÍNU D – v játrech a ledvinách zpracována na hormon kalcitriol – výdej kalcitriolu stimulován parathormonem nebo poklesem fosfátů v krvi (dále růstovým hormonem, estrogeny, prolaktinem)

### SLINIVKA BŘIŠNÍ

- hormony produkují specializované shluky buněk roztroušených ve slinivce břišní – tzv. Langerhansovy ostrůvky
- 4 typy buněk – **α (glukagon), β (inzulin), δ (somatostatin), F (pankreatický polypeptid)**



- inzulín – snižuje hladinu glukózy v krevní plazmě – umožňuje vstup glukózy do krve, stimuluje tvorbu glykogenu z glukózy, vstup AMK a draslíku do buněk,
- glukagon – opačný účinek než inzulín – zastavuje tvorbu glykogenu, stimuluje přeměnu glykogenu na glukózu → zvyšuje koncentraci glukózy v krvi
- somatostatin – inhibuje sekreci inzulínu, glukagonu a pankreatického peptidu
- pankreatický polypeptid (PP) – inhibice tvorby pankreatické šťávy, relaxace žlučníku  
tvorba hormonů závislá na hladině krevního cukru

## NADLEDVINKY

- párové orgány, uložené na horním pólu ledvin
- lze rozlišit korovou (*cortex*) a dřeňovou část
- **kůra nadledvin:**
  - o vnitřní část (glukokortikoidy, androgeny), vnější část (mineralokortikoidy):
  - o glukokortikoidy – nejdůležitější kortizol, účastní se řízení přeměny živin (urychluje přeměnu aminokyselin, uvolňuje tuky ze zásobních tkání, v játrech řídí syntézu glukózy z aminokyselin), zvyšuje celkovou pohotovost organismu při zátěžových situacích (stresech, infekcích, velké tělesné námaze); využívá se k léčení zánětů
  - o mineralokortikoidy (aldosteron) - řídí zpětné vstřebávání  $\text{Na}^+$  (zvyšuje ho) a současně vylučování  $\text{K}^+$  v ledvinových kanálcích → ovlivňuje rovnováhu tekutin a minerálů (↑ produkce → zadržování  $\text{Na}^+$  a vody, vylučování  $\text{K}^+$  → ↑ krevního tlaku), regulace sekrece – angiotenzin II, ACTH
  - o androgeny (dehydroepiandrosteron a androstendiol) - vylučovány v nepatrném množství, v periferních tkáních z nich vznikají testosteron a dihydroxytestosteron
- **dřeň nadledvin:**
  - o adrenalin, noradrenalin, dopamin – výchozím substrátem pro jejich syntézu je tyroxin (dráha fenylalanin – tyrozin – DOPA – dopamin – noradrenalin- adrenalin), příprava na fyzickou/psychickou zátěž, zvýšení dráždivosti myokardu, zvýšení srdeční činnosti, periferní vazokonstrikce, zvýšení krevního tlaku, mobilizace tělesných rezerv (štěpení glykogenu, mobilizace tuků, zvýšení koncentrace glukózy v krvi)

## VARLATA

- buňky produkující hormony – Leydigovy buňky (okolo semenných kanálků)
- testosteron – řídí vývoj pohlavních orgánů a sekundárních pohlavních znaků, řídí vznik a vývoj spermií, vliv na kůži – při nadprodukcí vzniká akné, zvyšuje objem kostní hmoty a ukládání vápníku, ovlivňuje tvar kostí, stimuluje erytropoetinu – zvyšuje erytropoézu, pohlavní citění, podporuje tvorbu bílkovin – nárůst svalové hmoty, urychluje zánik růstových chrupavek, nedostatek vede ke snížené spermatogenezi

## VAJEČNÍKY

- **Graafův folikul** – vrstva buněk okolo dozrávajícího vajíčka
  - o estrogeny (např. estradiol) - odvozeny od testosteronu, řídí menstruační cyklus (proliferální fázi), vývoj pohlavních orgánů a sekundárních pohlavních znaků, utváření kostry, jemnost pokožky, stimuluje sekreci řídkého hlenu děložního krčku, zvyšují zpětnou resorpci sodíku a vody v ledvinách  
tlumivý vliv na erytropoetinu, snižují hladinu cholesterolu, zlepšují emoční ladění (antidepresivní), estradiol zvyšuje tonus děložní sliznice, zvyšuje pH pochvy, při nedostatku dochází ke špatnému dozrávání vajíček
- **žluté tělísko** – vzniká přeměnou Graafova folikulu po uvolnění vajíčka
  - o gestageny (např. progesteron) - sekreční fáze děložní sliznice, podmínky pro uhnízdění vajíčka, rozvoj mléčné žlázy, v době těhotenství a v době kojení zamezuje

dozrávání vajíček, snižuje sexuální aktivitu, nedostatek je jednou z příčin samovolných potratů

#### PLACENTA

- choriongonadotropin – působí na žluté tělísko, které udržuje v činnosti
- estrogeny, progesteron

### 9)Choroby soustavy žláz s vnitřní sekrecí

- **Žíznivka (diabetes insipidus)**
  - o Nedostatek vasopresinu
  - o Dehydratace organismu, nechutenství, průjem, zvracení, žíznivost
- **Gigantismus**
  - o Nadprodukce somatotropinu
  - o Obří vzrůst
- **Nanismus**
  - o Nedostatek somatotropinu
  - o Trpasličí vzhled
- **Kreténismus**
  - o Vývojová porucha při nedostatku T3, T4
  - o V dětství kreténismus (zpoždění tělesného a duševního vývoje)
  - o V dospělosti útlum tělesných funkcí (únava, hrubší hlas, suchá kůže, nesnášenlivost chladu, ztráta vlasů, neplodnost, deprese...)
- **Gravesova - Basedovova choroba**
  - o Autoimunitní nemoc, kdy tělo produkuje protilátky proti hormonům štítné žlázy – tím nutí štítnou žlázu vytvářet nadbytek těchto hormonů
  - o Zbytnění štítné žlázy (struma, vole), vypouklé oční bulvy, zvýšená metabolická aktivita buněk → nadměrné pocení, zvýšená teplota, váhový úbytek, pocit hladu, nervová dráždivost
  - o Léčba – léky zabraňující uvolňování hormonů, popř. odstranění štítné žlázy
- **Hashimotova choroba**
  - o Autoimunitní onemocnění
  - o Do štítné žlázy přichází velké množství lymfocytů
  - o Choroba po určitém čase vede u všech nemocných ke snížení funkce štítné žlázy (hypotyreóze), někdy také ke zvětšení štítné žlázy
  - o Snížená funkce štítné žlázy se projevuje např. sníženou výkonností (fyzickou i psychickou) a sklonem k depresím, zimomřivostí, prosáknutím podkoží v obličeji a na končetinách, suchou kůží a sklonem k zácpě
- **Cukrovka (diabetes mellitus)**
  - o Cukrovka I. typu - nedostatek inzulínu
  - o Cukrovka II. typu - starší osoby, osoby s nadváhou či obezitou.
  - o Hypoglykémie, hyperglykémie, žízeň, diabetická noha, únava, častější močení, poruchy vidění...
- **Addisonova choroba**
  - o selhání nadledvinek v produkci hormonů kortizolu, a případně i aldosteronu
  - o ztráta Na<sup>+</sup> → ztráta vody z organismu a zahušťování krve
  - o tmavá pigmentace kůže, slabost, váhový úbytek, závratě
  - o při neléčení až smrt
  - o léčba hormony, podávají NaCl, tekutin...
- **Cushingův syndrom**

- Vysoká hladina kortizolu v krvi
- předčasná pohlavní zralost, vznik sekundárních pohlavních znaků druhého pohlaví, obezita otoky, slabost, diabetes, vystouplé břicho, vyšší tepová frekvence
- **Connův syndrom**
  - způsoben poruchou kůry nadledvin spojenou se zvýšením tvorby aldosteronu
  - zvýšení krevního tlaku kvůli zadržování sodíku a vody

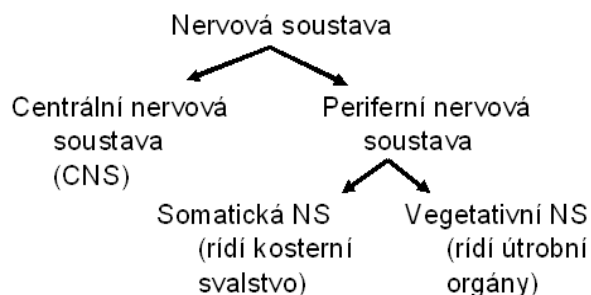
## 10) Srovnání nervového a látkového řízení organismu

- Oba systémy se ovlivňují a doplňují, řídicí je systém nervový
- **Řízení tvorby hormonů:**
  - humorální – závislé na hladinách látek v krvi – např. příštítná tělíska sledují koncentraci vápenatých iontů v krvi a na její pokles reagují vylučováním hormonu, který hladinu vápníku zvyšuje
  - nervové – např. sympatická nervová vlákna podněcují v konkrétní situaci „boj, útek nebo úlek“ buňky dřeně nadledvin k vylučování adrenalinu a noradrenalinu
  - hormonální – přicházejí od ostatních žláz s vnitřní sekrecí – například hypothalamus vyměšuje některé hormony, které podněcují přední lalok podvěsku mozkového k tvorbě jeho vlastních hormonů.
- Téměř každá buňka má schopnost za určitých okolností produkovat nějakou látku, neboli tvořit sekret.
- Tuto schopnost mají i mnohé buňky CNS – produkují a uvolňují do oběhu hormony. Této schopnosti se říká **neurokrinie** (schopnost nervových buněk tvořit a uvolňovat sekrety – hormony).
- Klíčovou úlohu v neurokrinních regulacích má **hypothalamo-hypofyzární systém** – spojení je zajištěno 2 cestami – cévami je hypothalamus spojen s předním lalokem hypofýzy a nervovými vlákny se zadním lalokem.

## MO č. 20 - Nervová soustava člověka

### Funkce

- nervové řízení je základní, je nadřazeno látkovému řízení i imunitě
- je rychlé, zajišťuje koordinaci mezi jednotlivými orgány a jejich funkční spojení v jednotný celek (organismus) + jednotu organismu, jeho chování a komunikaci s prostředím



### Nervová tkáň

- ektoderm
- Základní stavební jednotku představuje **neuron**

Neuron jako takový tvoří nervovou tkáň

- a) Tmavou (šedou) – Tělo neuronu (soma) a dendrity
- b) Světlou (bílou) – Axony neuronů

Další součástí nervové tkáně jsou **gliové buňky** zajišťující především výživu a ochranu neuronů (např. fagocytózou) pomáhají také vést nervový vzruch (samy ho, ale nevedou)

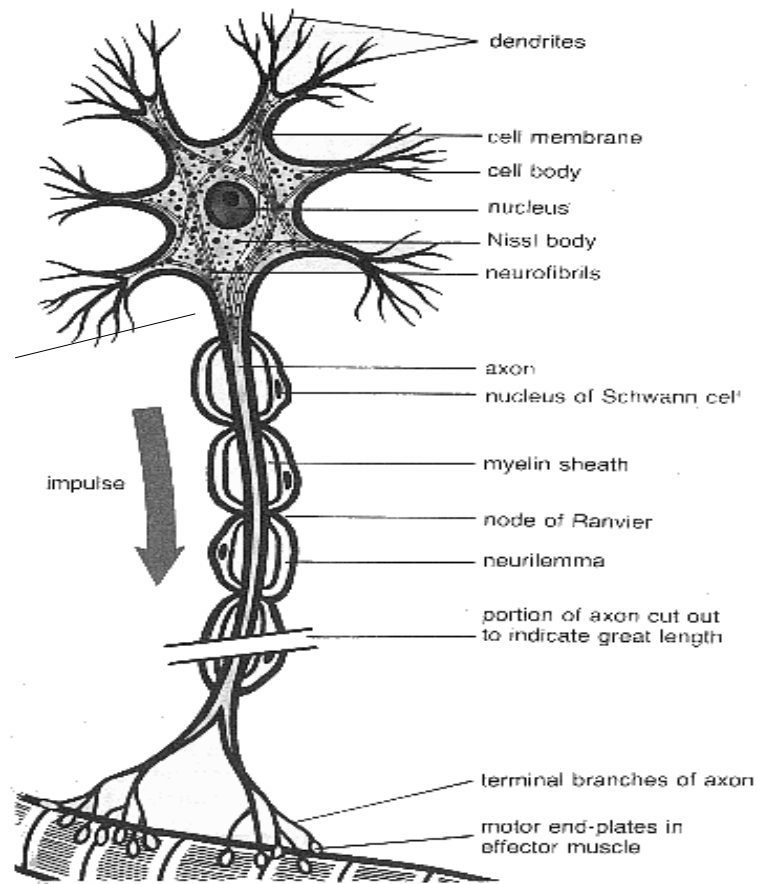
### Neuron

- vysoce specializovaná buňka (vysoká specializace je příčinou toho, že buňka se většinou nedokáže dělit a rozmnožovat); neuron to dokáže jen do určité míry jen v některých částech
- vysoká spotřeba energie a O<sub>2</sub>
- fce neuronu – tvorba a přenos vzruchu

### Stavba neuronu

- A. Tělo neuronu – obsahuje organely a jádro neuronu (obsah solí – anionty a kationty)
- B. Výběžky
  - a. Dendrity – jsou pouze krátké a dostředivé (integrační činnost)
  - b. Axon (neurit)
    - dlouhý výběžek
    - vede AP
    - Mimo CNS je vždy obalen
    - Obaly
      1. Meylinové pochvy (lipoprotein)
        - Ranvierovy zářezy
      2. Schwanovy buňky
- C. Iniciální segment – místo kde vzniká AP (vyhodnocuje informace)
- D. Synaptické zakončení
  - axon se napojuje synaptickým knoflíkem na další buňky
  - Konečná část specializovaná na sekreci neurotransmiterů

- vodivost nervových vláken je závislá na síle myelinových pochev (čím je pochva silnější, tím rychleji vede vlákno vzruchy)
- myelinová i Schwannova pochva zabraňují šíření vzruchů mezi sousedními buňkami



### Rozdělení a systém neuronů

- Senzorické – dostředivé – **aférentní** – vzestupné - smyslové
  - Motorické – odstředivé – **eférentní** – sestupné - hybné
  - Interneurony – spojky mezi neurony, jsou kompletně v CNS
- Sdružení axonů se nazývá – **nervové vlákno** (stejný název jako obalený axon)
  - Seskupení neuronů (vykonávajících příjem, zpracování, ukládání a vydávání informací) = **nervový obvod**
  - Reflexní oblouk = obvod tvořený senzory a motorickým neuronem(y), které jsou spojené

### Gliové buňky - zajišťují regeneraci a výživu neuronů

- Schwanovy buňky
- Oligodendrocyty – v mezerách mezi neurony v CNS
- Astocyty – zasahují až do cév → výživa
- Atd.

### Synapse (zápoj)

Jde o místo, kde dochází k vlastnímu předání informace na inervovanou buňku.

### Synapse se nachází mezi:

- senzorem a sensorickým neuronem
- motorickým neuronem a svalovou buňkou
- neuronem a buňkou dané žlázy
- neuronem a neuronem

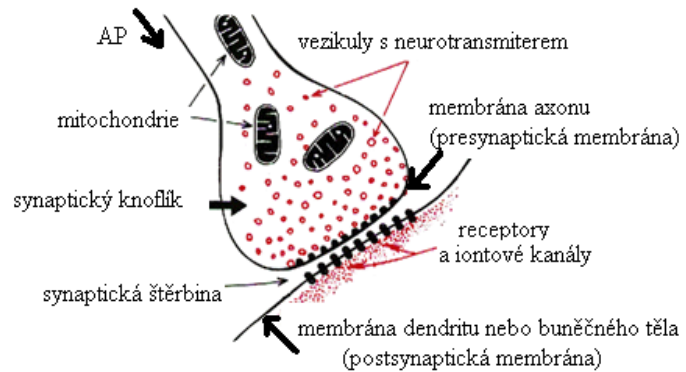
### Druhy synapse

#### A. Elektrická

- V mezibuněčných kanálech
- Signál se předává díky iontům
- Není potřeba neurotransmiterů

#### B. Chemická

- Pomocí neurotransmiterů
- 



### Neurotransmitery

Po vylití do synapse se buď rozloží, nebo se vstřebají zpět do knoflíku.

To že má neurotransmiter excitační nebo inhibiční účinky neznamená, že vždy tlumí nebo vybujuje, působí tak pouze na následující neuron, který může mít přesně opačný účinek.

### Příklady:

#### A. Budivé – excitační (E)

##### a. Acetylcholin!

- Uchytává se na nikotinových receptorech CNS
- Na muskarinových receptorech (CNS i PNS) I i E účinky

##### b. Glutamát

##### c. Katecholaminy

- Dopamin
  - Ovlivňuje náladu, spánek, učení, pozornost
  - Parkinson – při nedostatku
- Noradrenalin a adrenalin
  - Aktivují sympatikus
  - Sekrece v CNS, PNS a nadledvinkách
  - Noradrenalin – vazokonstrikce

#### B. Tlumivé – inhibiční (I)

##### a. GABA

- kyselina  $\gamma$ -aminomáselná

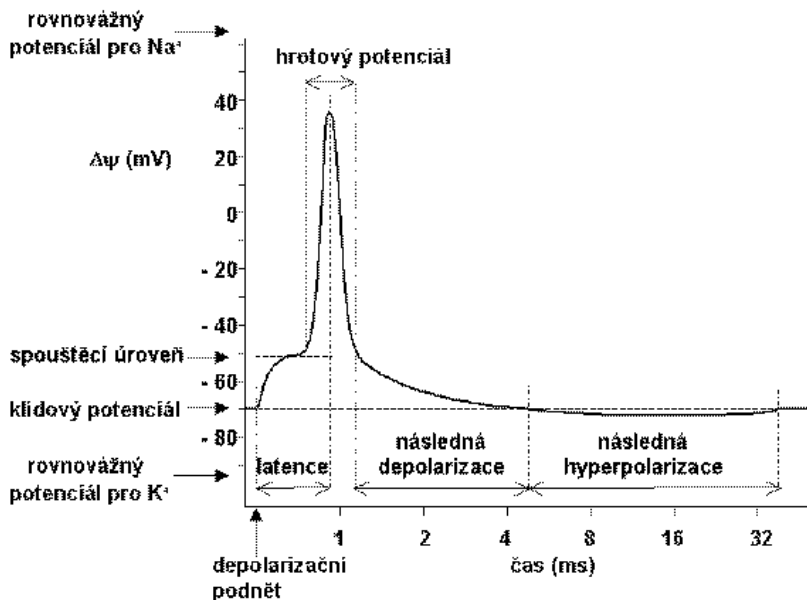
### Nervový vzruch

#### Klidový potenciál

- specifická propustnost semipermeabilní buněčné membrány pro různé druhy iontů ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  a aniontů bílkovin)  $\Rightarrow$  rozdílná koncentracím uvnitř a vně nervového vlákna - vnitřní povrch membrány záporný náboj a vnější povrch náboj kladný  $\Rightarrow$  potenciálový rozdíl (membránový potenciál) – membrána polarizována

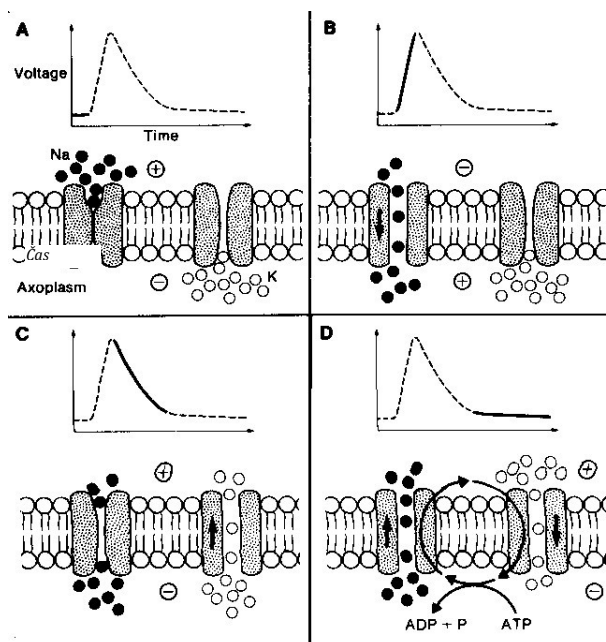
## Akční potenciál

V okamžiku průchodu proudem se mění polarita membrány, začíná se depolarizovat. Po nějaké době se rychlost depolarizace zvýší a dojde až k obrácení polarity membrány (transpolarizace). Následuje rychlá zpětná repolarizace. Po dosažení asi 70% repolarizace se její rychlost sníží (negativní následný potenciál = následná depolarizace). Je dosaženo klidové hodnoty, ale dochází ještě k mírné hyperpolarizaci (pozitivní následný potenciál).



## Iontové změny během akčního potenciálu

Na počátku je většina  $\text{Na}^+$  iontů vně buňky (elektrický gradient směřuje dovnitř). Permeabilita membrány pro  $\text{Na}^+$  začne stoupat a při spouštěcí úrovni se otevřou napěťově řízené sodíkové kanály. Výsledkem je rychlá depolarizace. Sodíkové kanály se posléze aktivně uzavírají a navíc se při transpolarizaci obrátí elektrický gradient pro  $\text{Na}^+$ . Oba tyto faktory omezují vstup  $\text{Na}^+$  do buňky, což zahajuje repolarizaci. Otevření napěťově řízených draslíkových kanálů repolarizaci dokončuje (přesun  $\text{K}^+$  ven z buňky). K obnovení původního rozložení iontů následně dochází působením sodíkodraslíkových pump (k aktivnímu přenosu využita energie z ATP).





## Vedení vzruchu

V okamžiku depolarizace vzniká místní elektrický proud, který dráždí sousední úsek axonu, což aktivuje napěťově řízené iontové kanály. Tímto způsobem se vzruch šíří až k synapsi.

## Nervové obvody

Nervová činnost se uskutečňuje v soustavách neuronů uspořádaných do různě složitě organizovaných nervových obvodů. Nejjednodušší je z nich nervový oblouk. *Centrální nervové obvody* jsou uloženy v centrální nervové soustavě (CNS) a zprostředkují složité sensorické a motorické funkce, i některé vyšší nervové funkce. Druhým typem obvodů jsou *periferní nervové obvody*. Obsahují neurony sensorické (= smyslové, aferentní, dostředivé), neurony motorické (= hybné, eferentní, odstředivé) a interneurony (jsou uvnitř CNS).

## Reflex

Dráždivost = schopnost reagovat na podněty z receptorů

**Reflex** je základní funkční jednotka – odpověď organismu na podnět

Reflexní oblouk: podnět → receptor → vzruch (impuls do CNS) – přes aferentní

dráhy → zpravování podnětu (CNS) → eferentní dráha z CNS → EFEKTOR = výkonný orgán

- **nepodmíněný reflex** - vrozený, probíhá po stálém reflexním oblouku (soustava nepodmíněných reflexů = 1. signální soustava)
  - na nepodmíněný podnět zajistí vždy stejnou odpověď (probíhá vždy po stejné dráze)
  - centrum v šedé hmotě mimo mozk. kůru
  - zajišťují nižší nervovou činnost
- **podmíněný reflex** (2. signální soustava)
  - získaný učením během života
  - centrum v mozkové kůře, zajišťují vyšší nervovou činnost
  - vzniká opakovaným spojováním (podmíněného) podnětu s podnětem nepodmíněným → sám pak vyvolá stejnou reflexní odpověď jako původní podnět nepodmíněný (I. P. Pavlov)
  - dráha podmíněného reflexu není trvalá, dochází k zapomínání

## CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM (CNS)

= mozek a mícha

### MÍCHA (*medulla spinalis*)

- vede páteřním kanálem, postupně se zužuje, končí u 2. bederního obrátle. Dále vlákna vytvářejí tzv. koňský chvost. Je 40-45 cm dlouhá.

- podélnými rýhami je neúplně rozdělena na pravou a levou polovinu

- **míšní obaly**: *dura mater*, stejně jako u mozku + *pia mater* (v případě míchy se jí říká plena míšní)

- hmota: a) bílá (tvoří axony)

b) šedá (tvoří těla a dendrity)

- zadní kořeny – obsahují sensorická vlákna (vzruchy od receptorů)

- přední kořeny – tvořeny motorickými vlákny (inervují příčně pruhované svaly)
- spojením předních a zadních kořenů vzn. míšní nervy (31 párů) – vystupují meziobratlovými otvory, 8 párů cervikálních, 12 torakálních, 5 lumbálních, 5 sakrálních, a 1 pár kostrčních nervů. Výběžky neuronů – obaleny myelinovou pochvou

### míšní dráhy:

a) **vzestupné** – složeny ze zadních provazců míchy; vzruchy z receptorů do vyšších oddílů NS

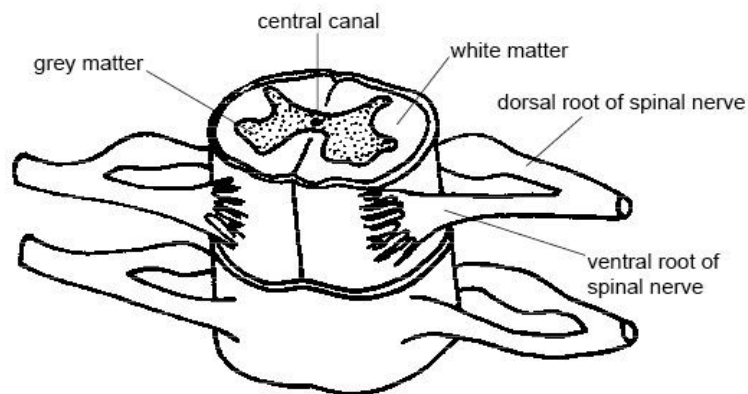
b) **sestupné** – složeny z předních provazců; impulzy z mozkové kůry pro vědomé pohyby končetin a trupu

- Středem míchy vede míšní kanálek, který obsahuje mozkomíšní mok (cerebrospinální likvor); ústí do IV. mozkové komory v prodloužené míše.

- křížení – na hranici míchy a prodloužené míchy; vlákna z pravé poloviny mozku do levé poloviny míchy a naopak

- míšní reflex – odpověď na podráždění, při kterém vzruch prochází jen míchou

- Funkce míchy – spojuje mozek s ostatními částmi těla + je to ústředí jednoduchých reflexů (vyprazdňovací, sexuální, obranné)



### MOZEK (*encephalon*)

- v ontogenetickém vývoji vzniká z hlavové části nervové trubice

- hmotnost – cca 1300 až 1450 g (inteligence není závislá na hmotnosti mozku)

- obsahuje asi 30 mld neuronů již při narození, jejich počet se příliš nezvyšuje

- rozdělen na pravou a levou hemisféru („polokoule“); mechanicky i funkčně spojeny tránecem mozkovým (*corpus callosum* nebo také kalózní těleso)

- levá hemisféra – logika, řeč, analytika, čísla

- pravá hemisféra – umělecké vlohy, hudba, obrazová představivost

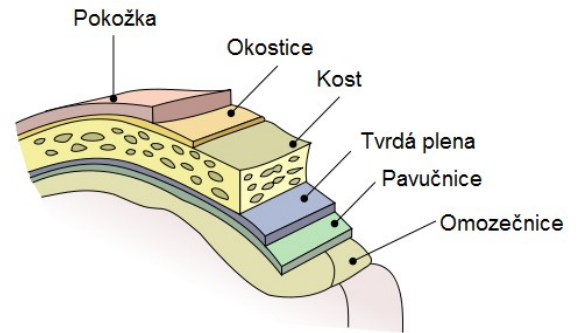
- na povrchu mozku plášť (*pallium*), tvořený šedou hmotou

- plášť rozčleněn: *gyry* (brázdy) a *sulci* (rýhy); mezery mezi závitými (gyrifikace – rozbrázdění mozku)

### mozkové obaly (meningy):

- **tvrdá (*dura mater*)** – pevně přiléhá k lebeční kosti (ale nepřirůstá), je i kolem míchy (vytváří tlak); mezi kostí a plenou jsou cévy a tuk
- **měkké – pavučnice (*arachnoidea*)** – neprokrvená. Hematoencefalická bariéra;

zabraňuje volnému prostupu látek z krve do mozku (fungují tam speciální přenašeči)  
 – **omozečnice** (*pia mater*) – prokrvená, zachází do brázd



### části mozku:

- a) **přední mozek** – koncový mozek a mezimozek
  - b) **střední mozek**
  - c) **zadní mozek** – prodloužená mícha, most Varolův a mozeček
- prodloužená mícha + most + střední mozek = mozkový kmen

#### 1. Prodloužená mícha (*medulla oblongata*)

- pokračování míchy, fylogeneticky se vyvinula ze zadního mozku
- uvnitř **IV. mozková komora**
- výstup 7 párů mozkových nervů (z celkových 12); inervace např. oko-hybného n.
- centrum dýchání, srdeční frekvence, krevního tlaku, pohybů trávicího ústrojí
- vůlí neřízené pokyny např. ke kašli, kýchání, zvracení
- jsou v ní centra retikulární (sít'ové) formace = rozptýlené a vzájemně propojené buňky. Funkce: kontrola bdění, energie, celkového vědomí a pozornosti. Funguje nepřetržitě, oslabení impulzů – spánek, narušení funkce – bezvědomí až koma. Nachází se také v mostu a středním mozku

#### 2. Most Varolův (*pons varoli*)

- spojuje koncový mozek s mozečkem
- kontrola žláz produkujících sliny a slzy
- výstup trojklaného nervu
- retikulární formace
- V. hlavový nerv

#### 3. Mozeček (*cerebellum*)

- složen ze dvou hemisfér (kůra silně gyrifikována), spojeny červem mozečkovým
- v kůře (šedá hmota) Purkyňovy buňky – jedny z největších a nejsložitějších buňek v těle
- struktura „strom života“ (bílá hmota)
- somatomotorické centrum – učení přesných a jemných pohybů, rovnováha (citlivost na ethanol)

#### 4. Střední mozek (*mesencephalon*)

- „přepojovací centrum“; u nižších obratlovců důležitá část mozku – sluchově-vizuální
- na horní straně se skládá ze čtverhrbolí (končí tam část vláken zrakového a sluchového nervu)
- středem probíhá Sylviov kanálek (spojuje III. a IV. mozkovou komoru)
- substantia nigra a nucleus ruber (červené a černé jádro)

#### 5. Mezimozek (*diencephalon*)

- patří k němu hrboly mozkové (thalamy), hypotalamus, epithalamus (epifýza = šišinka součástí)
- uvnitř **III. mozková komora**
- II. hlavový nerv
- spodinu komory tvoří hypotalamus (řízení činnosti vnitřních orgánů a žláz s vnitřní sekrecí – hormonálně i nervově) + regulace spánku a bdění, centrum osmoregulace, termoregulace... stopkou připojena hypofýza (podvěsek mozkový, přední lalok adenohypofýza a zadní neurohypofýza)
- na stropě komory připojena šišinka

- talamus - „informační přepojovací stanice“ – střed mozku; selekce informací

## 6. Koncový mozek (telencephalon)

- původně čichová fce

- tvořen 2 hemisférami

- **I. a II. mozková komora** uvnitř každé z hemisfér je jedna; obsah obou komor se svádí do III. mozkové komory a dále do IV. komory – otvorem ve stropu IV. komory (pod mozečkem) se likvor dostává zevně mozku – mozek i mícha do moku ponořeny

### • **Plášť**

- nad mozkovými komorami

- gyry

- **laloky**: čelní, temenní, týlní, spánkový – frontální, parietální, okcipitální, temporální

### • **mozková kůra (neokortex)**

- vývojově nejmladší a nejdokonalejší část mozku

- složena ze šesti vrstev neuronů různého tvaru; silná 2-6 mm (čím je silnější, tím vyšší inteligence (10 až 14 mld neuronů)

- kůra předního mozku = nejvyšší nadřazené nervové ústředí; spojena odstředivými i dostředivými drahami se všemi nižšími ústředími

- reflexy, které se uskutečňují přes nižší reflexní ústředí, se registrují také v kůře – tyto záznamy se mohou mezi různými částmi kůry spojovat a ovlivňovat činnost nižších nervových ústředí → vzniká podmíněných reflexů

- **projekční centra**: senzorická a motorická (Brocovo ústředí = motorická oblast řeči)

- **asociační centra**: vyšší nervová činnost, např. Wernickeovo centrum řeči

### • **bazální ganglia**

- ostrůvky šedé hmoty v bílé hmotě mozkové

- řízení složitější pohybové aktivity (chůze)

- nucleus accumbens, amygdala, nucleus lentiformis, nucleus putamen, nucleus caudatus

## **Limbecký systém**

- útvary kolem III. mozkové komory – částí mezimozku a koncového mozku

- centrum pocitů, instinktů, emocí + zajišťuje ukládání paměťových stop

- spojen s hypotalamem → vzn. psychosomatických nemocí (žaludeční vředy, PPP, bipolární porucha)

- patří sem mimo jiné amygdala a hippocampus

× **amygdala**:

- patří do podkorových oblastí limbického systému, má významnou funkci v jeho spojování → přechod mezi mozkovou kůrou a bazálními ganglii

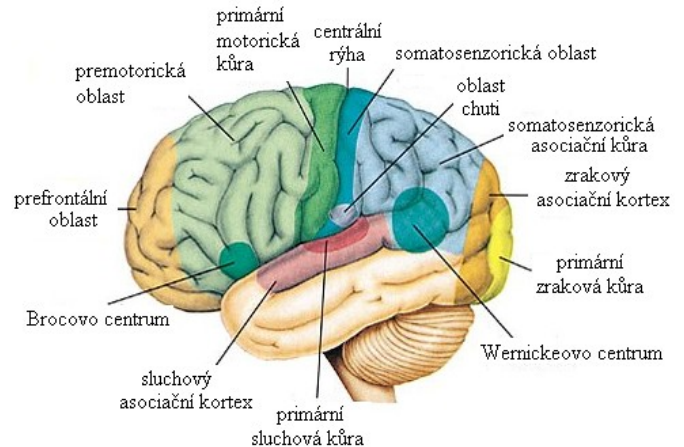
× **hippocampus**:

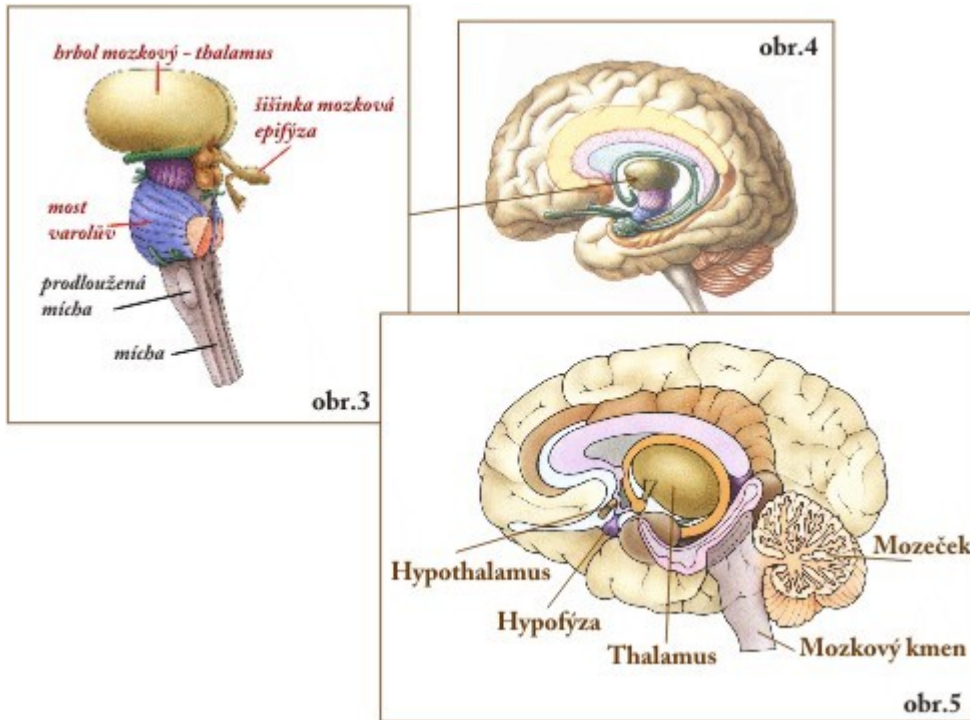
- patří mezi korové oblasti limbického systému, nachází se ve střední části temporálního laloku (obě hemisféry)

- funkce: krátkodobé uchování informací a prostorová orientace, zpracovávání informací z kortexu i limbického systému → např. přední talamus, hypotalamus aj.

- při Alzheimerově chorobě je hippocampus mezi prvními částmi mozku, které utrpí ↓

- poškození hippocampu může také způsobit anoxii, zápal mozkových blan a jiné potíže





## PERIFERNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA (PNS)

- spojuje oběma směry CNS a s orgány a tkáněmi celého těla
- dělí se na somatické a vegetativní

### 1) somatické nervy (mozkomíšní)

- nervy, které vedou buďto impulzy z míchy do svalů (tzv. *motorické nervy*) nebo ze smyslových orgánů do centrální nervové soustavy (tzv. *senzorické nervy*).

a) **míšní nervy** – začínají spojením předních motorických a zadních sensitivních kořenů míchy; smíšené; 31 párů

b) **mozkové nervy** – sensitivní/motorické/smíšené; jejich vlákna začínají/končí u buněk mozkového kmene

- 12 párů: čichový, zrakový, okoohybný, kladkový, trojklaný (most), odtahující, lícní, předsíňohlemýžďový, jazykohltanový, bludivý, přídatný, podjazykový

### 2) vegetativní nervy

- inervují hladkou svalovinu, cévy, kůži, srdce, žlázy – pracují nezávisle na vůli

- přenos signálů na útrobní orgány pomocí mediátorů

- v průběhu k orgánům vždy přerušeny shlukem těl neuronů (ganglia)

- řídí hypothalamus, který přijímá informace o všech změnách v těle

#### a) **sympatikus:**

- nervy vystupují z cervikální, torakální a lumbální míchy spolu s míšními nervy

- ganglia podél páteře (propojení = sympatický kmen) – šedá vlákna bez myelinu

- stimulující účinky – příprava na fyzickou/psychickou zátěž (zvýšení tepu, zúžení cév apod.)

- mediátor – směs noradrenalinu a adrenalinu

#### b) **parasympatikus:**

- nervy vystupují z jader mozkového kmene (spolu s mozkovými nervy) a ze sakrální míchy
- ganglia blízko inervovaných orgánů
- tlumivé účinky – zotavení, zvýšení hybnosti a sekrece trávicí trubice, zpomalení tepu...
- mediátor – acetylcholin

## Choroby nervové soustavy

### neurodegenerativní onemocnění:

- široká skupina chorob centrálního i periferního nervového systému – vážné psychické i neurologické příznaky
- způsobeny předčasným zánikem nebo degenerací nervových buněk
- progredující (postupující) průběh
- pravděpodobně způsobuje genetická abnormalita, která vyvolá biochemickou poruchu např.: omezení produkce některé potřebné bílkoviny, nebo modifikace její struktury, která je potom k ničemu

#### Alzheimerova choroba:

- postupný rozpad nervových vláken a buněk
- projevuje se progredující demencí

#### Parkinsonova choroba:

- nejčastěji ve stáří
- příčina – odumírání buněk substantia nigra
- následek – svalová ztuhlost, zpomalení pohybů a třes (nejčastěji rukou), zvýšené pocení, nestabilní chůze, psychické komplikace (demence, psychóza)

#### Roztroušená skleróza:

- příčina neznámá – autoimunitní
- demyelinizace neuronů - ložiska degenerativní nervové tkáně roztroušená v CNS
- důsledky: snížená schopnost pohybu a paměti, zmatení, může skončit i ochrnutím

### přerušeni míšních drah:

- způsobuje poruchy hybnosti
  - paréze – částečné ochrnutí
  - plegie – ztráta svalové činnosti
  - paraplegie – ochrnutí dolních končetin

### další:

Otřes mozku- různý stupeň poškození NS (zhmoždění, krvácení)

Epilepsie- záchvatové poruchy nerv. činnosti , často spojené s křečemi a poruchami vědomí

Záněť mozkových blan- původ virový nebo bakteriální

—



### Podotázky:

- 1) Podíl nervové soustavy na řízení lidského organismu
- 2) Nervová tkáň – embryonální původ, vlastnosti, stavba, funkce
- 3) Princip šíření nervového vzruchu
- 4) Synapse
- 5) Nervové obvody
- 6) Reflex
- 7) Anatomie a funkce oddílů centrální nervové soustavy, ochranné obaly CNS
- 8) Anatomie a funkce periferní nervové soustavy
- 9) Vyšší nervová činnost
- 10) Choroby nervové soustavy

### Odborné pojmy:

- neurodegenerativní choroba
- neurotransmiter
- akční potenciál
- gliové buňky
- reflex
- hemisféra
- retikulární formace
- druhá signální soustava
- limbický systém
- gyrifikace



# MO č. 21 – Opěrná a pohybová soustava

- mezoderm

## OPĚRNÁ SOUSTAVA

### Pojivová tkáň

#### a) vazivo

- **kolagenní** (řidké – nejrozšířenější, vyplňuje okolí orgánů a **pevné** – šlachy, vazy)
- **elastické**: cévní stěny
- **retikulární**: lymfatické orgány, kostní dřev
- **tukové a další**

- buňky: fibroblasty; fibrocyty; histiocyty – fagocytují, jsou to makrofágy; B-lymfocyty; plazmatické buňky; melanocyty

#### b) chrupavka (chondros, cartilago)

- obsahuje buňky chondroblasty/cyty
- neobsahuje cévy ani nervy – tenká (vyživovaná jen difúzí), nízká regenerační schopnost
- kryta perichondriem (ochrustavice)
- **hyalinní** = sklovitá (na hlavicích kloubů, žeber), **elastická** (epiglottis, ušní boltec),

**vazivová** (meziobratlové ploténky)

#### c) kost (os)

- od chrupavky a vaziva se liší organickou složkou
- nejpevnější pojivo
- osteocyty a osteoblasty
- osteoklasty – přestavba a odbourávání kostní tkáně
- organická složka – ossein (pružnost)
- anorganická složka – hydroxyapatit, uhličitán vápenatý, fluorid vápenatý (pevnost)
- **osifikace = kostnatění**

a) chondrogenní – přímá osifikace; osifikace chrupavky

b) desmogenní – kostní tkáň vzniká z vaziva – kosti lebky, klíční kost

- výška člověka závisí na tom, v jakém věku se uzavrou (osifikují) růstové ploténky
- svalek = neuspořádaná nově tvořená kostní tkáň (např. hojení zlomenin)

### kostní tkáň

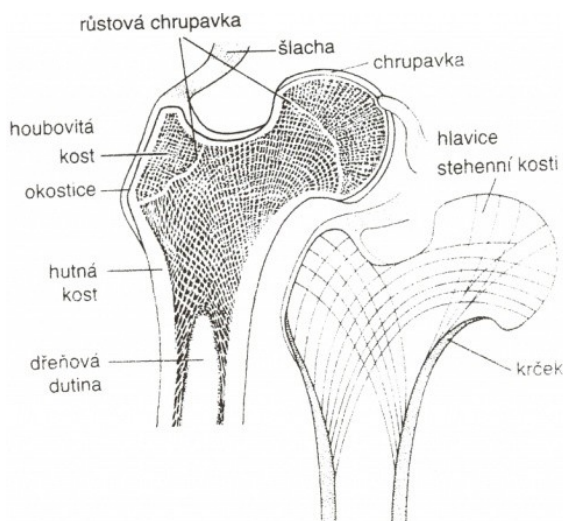
#### a) lamelární

- **Houbovitá = spongiosa** (hlavice dlouhých kostí, vyplňuje krátké a ploché - epifýzy)
- **Hutná = kompakta** (diafýza)

- Haversův systém (osteon) = Haversův kanálek (cévy, nervy) + koncentricky uspořádaná kostní hmota - Volkmannovy kanálky kolmo propojují osteony

#### b) fibrilární

- kost kryta periostem = okosticí – růst kosti do šířky + výživa, inervace...



## Funkce kosterní soustavy:

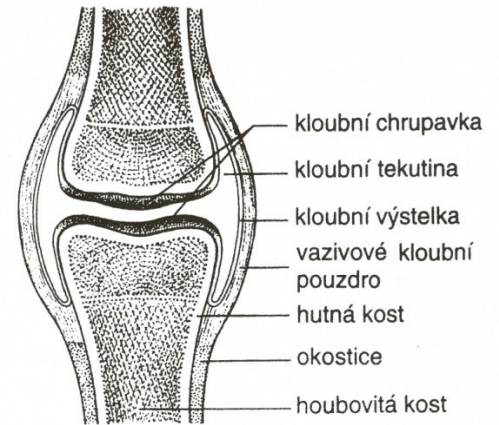
-ochrana orgánů, pasivně zajišťuje pohyb, je to rezervoár vápníku a fosforu a orgán krvetvorby

- krvetvorba: kostní dřeň (červená, která se postupem času mění na žlutou – morek)

- v dospělosti se krevní buňky tvoří jen v krátkých a plochých kostech

## Spojení kostí:

- Pevné – kosti spojené jinou pojivovou tkání (vazivem, chrupavkou), nebo mohou kosti druhotně srůst
- Pohyblivé spojení kostí; **kloub** = spojení dvou nebo více kostí dotykem na styčných plochách
  - kloub: jamka, hlavice a synoviální tekutina – zmenšuje tření na styčných plochách, obsahuje živné látky pro chrupavky styčných ploch a zajišťuje pevné přilnutí kloubních ploch k sobě



## Podle tvaru styčných ploch:

a) kulovité klouby – pohyb možný všemi směry (kloub ramenní)

b) válcovité klouby – pohyb ve směru natažení a ohnutí (články prstů)

c) kladkové klouby – na hlavici jedné kosti je rýha, na hlavici druhé kosti, kterou připojuje je hrana (spojení kosti pažní a loketní)

## Podle počtu kostí, které spojují:

a) jednoduché klouby – spojují dvě kosti (ramenní kloub)

b) složené klouby – spojují více kostí, nebo jsou mezi ně vsunuty pohyblivé chrupavčité destičky (zápěstní kloub, kolenní kloub – nejvíce namáhaný kloub v těle)

## Dělení kostí podle tvaru:

a) dlouhá kost (*os longum*)

- mezi diafýzou a epifýzou se po dobu růstu nachází epifyzodiafyzární ploténka (růst do délky)

- *femur, fibula, tibia, humerus, ulna, radius...* (v dospělosti se v dlouhých kostech přestávají tvořit krevní elementy)

b) krátká kost (*os brevis*)

- neliší se stavebně od dlouhé kosti, ale má všechny rozměry přibližně stejné (články prstů)

c) plochá kost (*os planum*)

- stavbou odpovídají epifýze dlouhé kosti (spongióza)

- může dojít k **pneumatizaci** = vytvoření dutiny vystlané sliznicí; u člověka v čelní a čichové k.

- kosti *neurokrania, scapula, costae, pelvis*

## Kostra člověka má tři části:

a) kostra hlavy

b) kostra trupu

c) kostra končetin



*osteoblasty*

## KOSTRA TRUPU:

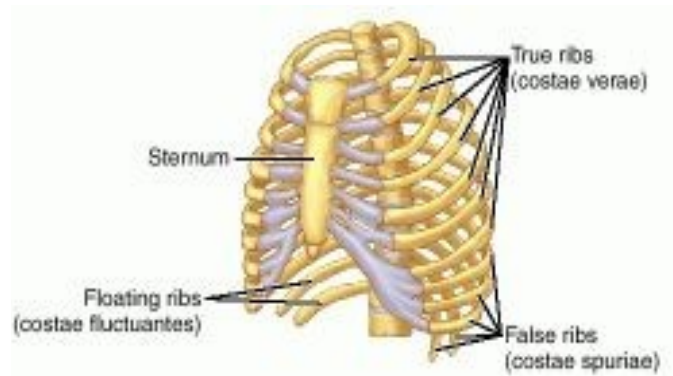
### A) Hrudní koš (*thorax*):

#### Žebra (*costae*)

- obloukové kosti, 12 párů
- zadní konce se 2x kloubně připojují k obratlům
- pravá (7 párů), nepravá (3 páry) a volná (2 poslední páry); volně do hrudní dutiny

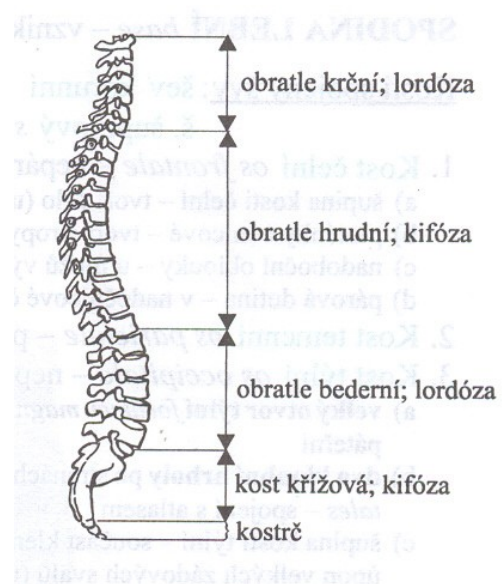
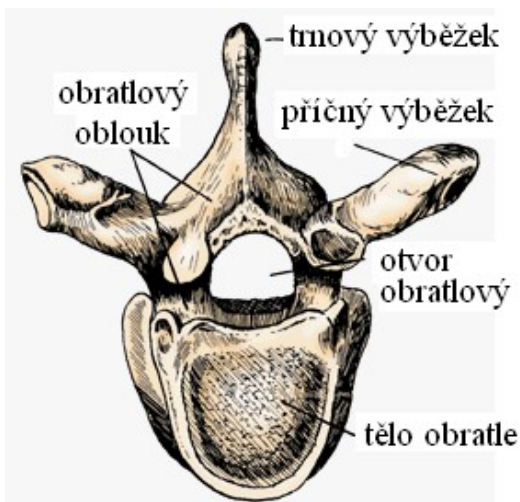
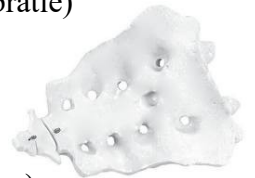
#### Kost hrudní (*sternum*)

- stavba: rukojeť (kloubní připojení klíční kosti), tělo (kloubní připojení žeber), *processus xiphoideus*



### B) Páteř:

- funkce: opěrná a ochranná (mícha, míšní nervy)
- 33 až 34 obratlů
- meziobratlové ploténky – pružné chrupavčité destičky, které tlumí nárazy při chůzi, skoku atd.
- **7 krčních obratlů (*vertebrae cervicales*)**
  - 2 otvory pro vystupující cévy
  - první dva obratle: atlas (kývavé pohyby hlavy) a axis: na horním okraji těla má čep, který se opírá o přední oblouk atlasu → otáčení hlavy do stran
  - zlomení vazů: odtržení zubu axisu, uvolněný se zabodne do míchy, kde naruší všechny životně důležité funkce = okamžitá smrt
- **12 hrudních obratlů (*vertebrae thoracicae*)**
  - charakteristické ostrými trnovými výběžky, které směřují šikmo dolů
  - na příčných výběžcích jsou jamky pro skloubení s žebry
- **5 bederních obratlů (*vertebrae lumbales*)**
  - vyznačují se objemnými vysokými těly; tvar ledviny (jsou to nejmohutnější obratle)
  - trnové výběžky – tvar čtyřhranných destiček
- **kost křížová (*os sacrum*)**
  - vzniká srůstem zpravidla pěti obratlů, je připojena ke kostem kyčelním
  - 4 páry otvorů pro nervy
- **kost kostrční (*os coccygis*)** - vzniká srůstem čtyř až pěti obratlů (*vertebrae coccygae*)



## LEBKA (CRANIUM):

- ochrana mozku a smyslových orgánů hlavy
- dvě části – mozková a obličejová

### Mozková část

#### a) klenba lebeční (calva):

- novorozenec – **fontanely** = vazivo spojující kosti calvy; porod, růst klenby
- čelní kost (*os frontale*); vedlejší nosní dutina
- temenní kost (*os parietale*); odděleny švem šípovým (*sutura sagittalis*)

#### b) spodina (báze) lebeční (basis cranii):

- kost týlní (*os occipitale*) – velký týlní otvor, navazuje na páteřní kanál
- dva týlní kloubní hrboly po stranách otvoru – spojení

s atlasem

- zevní hrbol týlní – úpon zádových svalů

→ kost klínová (*os sphenoidale*)

- hlavní kost tvořící lební bázi, připojuje se k ní kost frontální, parietální a temporální
- turecké sedlo – místo uložení hypofýzy

→ kost spánková (*os temporale*)

- šupina spánkové kosti = nejslabší místo na lebce
- bradavkový výběžek (*proc. mastoideus*) – úpon zdvihače hlavy
- jařmový oblouk (*os zygomaticum + os temporale*); výběžek lící kosti a spánkové kosti
- výběžek bodcovitý – tenkým vazem zavěšena jazyčka, na ní hrtan
- kost skalní (*os petrosum*) – nejtvrší kost v těle, je v ní uloženo vnitřní ucho

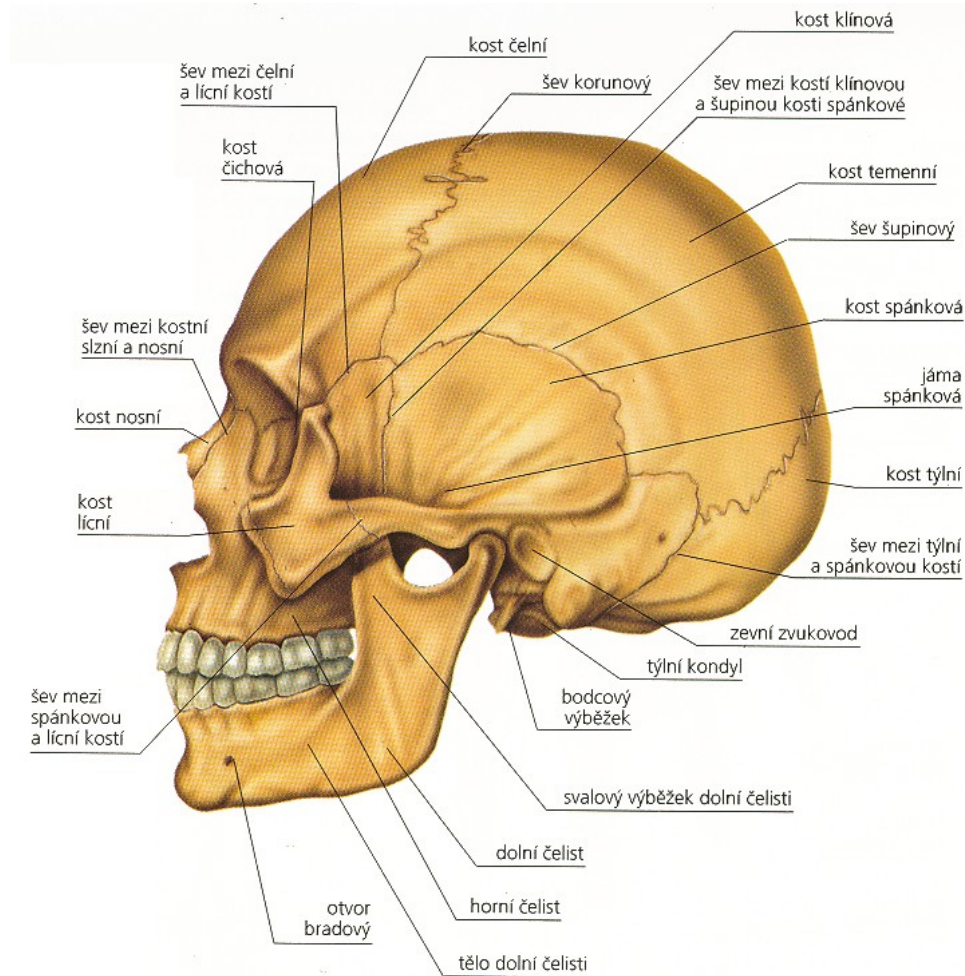
→ kost čichová (*os ethmoidale*): dírkovaná ploténka – uzavírá nosní dutinu

### Obličejová část

- kost nosní (*os nasale*), *maxilla*, kost lící (*os zygomaticum*), kosti patrové (*os palatinum*), *mandibula*, kost radličná (*vomer*), jazyčka (*os hyoideum*), kost slzní (*os lacrimale*)



**Švy:** satura coronalis, sagittalis, lambdoidea, squamosa



## KOSTRA KONČETIN:

- pasivně pohybová funkce, krvetvorba

### Horní končetina

- připojena ke kostře trupu pletencem lopatkovým (ten se skládá z kosti klíční a lopatky - *scapula*)

kostra volné končetiny:

- kost pažní (*humerus*)
- kost loketní (*ulna*) – vede k malíčku
- kost vřetenní (*radius*) – vede k palci

kostra ruky: z kostí zápěstních, záprstních a článků prstů

klouby horní končetiny: ramenní (*scapula* a *humerus*), loketní (*humerus*, *ulna*, *radius*), zápěstní

### Dolní končetina

- připojena pánevním pletencem - skládá se z kyčelní, sedací a stydké kosti, které dohromady dávají kost pánevní – *pelvis*); pánevní kost – na spodině symfýza (spona stydká) – chrupavčitá

kostra volné končetiny:

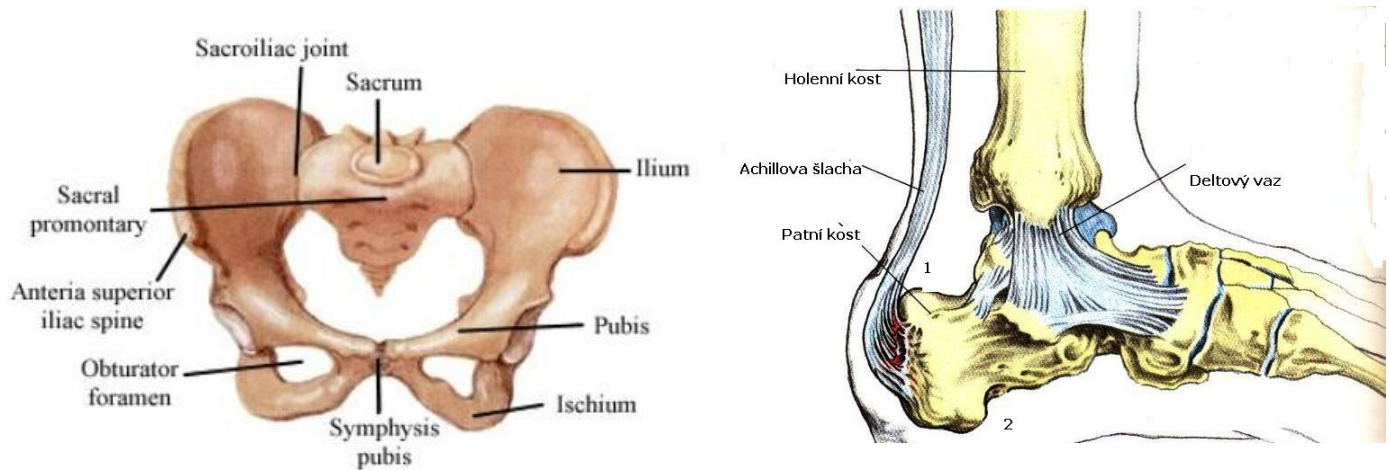
- kost stehenní (*femur*) – nejdelší a nejsilnější kost v těle
- kost holenní (*tibia*) – k vnitřnímu kotníku

→ kost lýtková (*fibula*) – k vnějšímu kotníku (u malíčku)

kostra nohy: 7 kostí zánártních, 7 nártních, kost patní, články prstů

nožní klenba: podélná a příčná; při našlapování pěruje; důležité pro odlehčení a stabilitu kostry

klouby dolní končetiny: kyčelní a kolenní (nejnamáhavější kloub v lidském těle)



## Onemocnění

a) osteoporóza (řidnutí kostí) – obrázek vpravo

- odbourávání vápníku, draslíku a vitamínu D; výsledkem je úbytek kostní hmoty (porucha mikroarchitektury). Příčiny: stáří, podvýživa, menopauza, nedostatek pohybu

> následky: snadná lámavost kostí, bolesti (nejen) zad

b) artróza (destrukce kloubní chrupavky)

- ztráta pružnosti, trhliny, ztenčování; příčiny: genetické predispozice, nadváha, úraz aj.

c) revmatoidní artritida (autoimunitní onemocnění napadající klouby)

d) dna („nemoc králů“) – obrázek vlevo

- metabolické onemocnění – krystalizace kyseliny močové v kloubech; bolest a deformace

- nadměrná konzumace masa nebo alkoholu, genetické předpoklady

e) zlomenina – i po zahojení rozpoznatelné

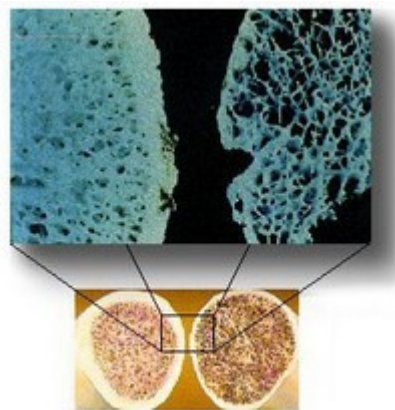
f) výron – kloub opustí jamku a zase se vrátí

g) vykloubenina – kloub se vyhodí a nevrátí

h) rozštěp patra/páteře

i) Bechtěrevova choroba – srůsty obratlů

j) vyhřeznutí meziobratlové ploténky



# SVALOVÁ SOUSTAVA

## Svalová tkáň

a) **hladké svalstvo** – nelze ovládat vůlí, tvoří většinu orgánů (TS, duhovka, děloha atd.).

Buňky jsou vždy jednojaderné

b) **příčně pruhované svalstvo** – ovladatelné vůlí; všechny kosterní svaly, jazyk, hltan.

Buňky jsou vícejaderné – vzniká tzv. syncytium=soubuní

c) **srdeční svalovina** (*myokard*) – smršťuje se rytmicky nezávisle na vůli, specifické buňky Y

d) **myoepiteální**

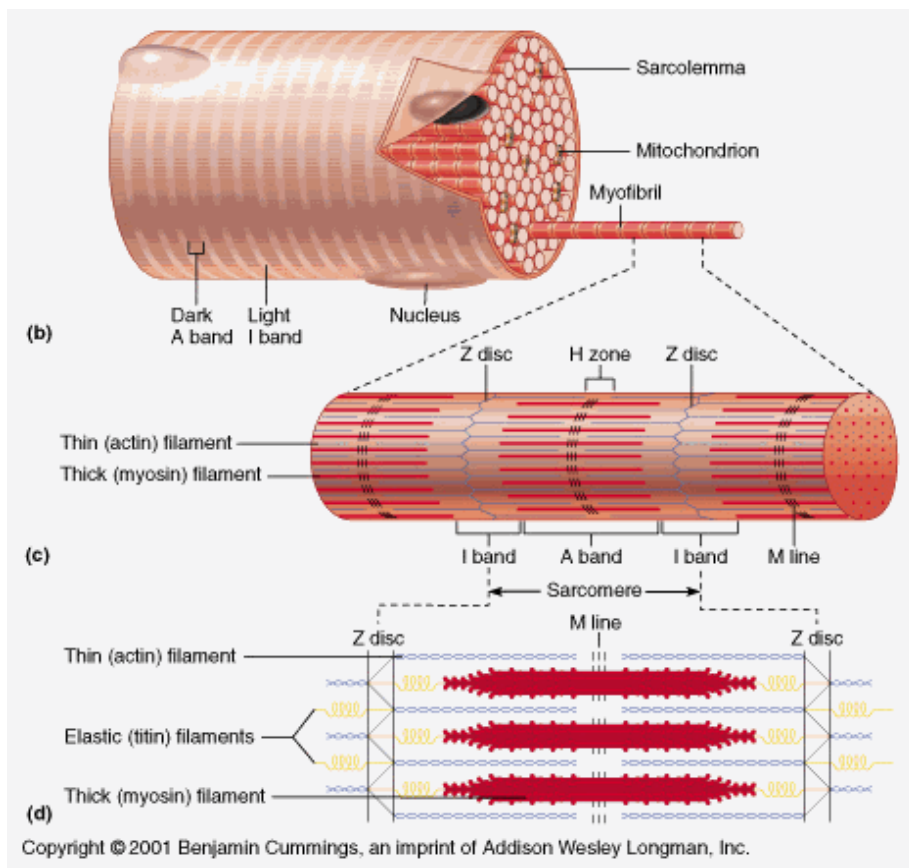
## Stavba kosterního svalu:

- základní stavební jednotka svalu = **svalové vlákno** – je mnohojaderné; více vláken (10 až 100) tvoří **snopečky**, které se spojují ve **snopec**. Soubor všech snopců = **svalové břicho** (hlava)

- na povrchu břicha je tenká svalová povázka (*fascie*)

- k oběma koncům přechází sval ve šlachy → připojení ke kostem

→ v cytoplazmě svalového vlákna jsou uloženy **myofibrily**; ty jsou tvořeny jedlomonou bílkovinou **aktinem** a dvojlomnou bílkovinou **myosinem**; umožňují svalový stah (myosin nasedá na aktin)



## Svalový stah

- při svalovém stahu se myosin nasouvá na aktin, tím se zkracuje délka myofibrily (myosinové „hlavičky“ se posouvají po aktinových vlákních)

- dochází ke štěpení molekul ATP → k tomu je zapotřebí vápenatých kationtů  $Ca^{2+}$

- podnět přichází po motorickém nervovém vlákně

- 1 nervové vlákno inervuje vždy více svalových vláken (v řádu jednotek, desítek až stovek)



= motorická jednotka

- nervový vzruch způsobí vylíčení mediátoru (acetylcholinu) do štěrbin nervosvalové ploténky  
=> vznik **akčního potenciálu** na svalovém vlákně a uvolnění vápenatých kationtů z biomembrán endoplazmatického retikula  
-  $Ca^{2+}$  se po svalovém stahu ihned vrací zpět do sarkoplazmatického retikula (hladké ER syncytia kosterních svalů) - vazby mezi aktinem a myosinem se uvolní a nastává **relaxace svalu**

Dělení svalů:

- a) ohybače (flexory)
- b) natahovače (extenzory)
- c) odtahovače (abduktory)
- d) přitahovače (adduktory)
- e) svěrače (sfinktery)
- f) dilatátory

→ svaly se dají dělit i podle **obrysu** (sval kruhový), **počtu hlav** (dvojhlavý, čtyřhlavý apod.), nebo **podle tvaru** (sval dlouhý, krátký, plochý, vřetenovitý aj.)

**Antagonistické svaly** – fungují proti sobě

**Synergické svaly** – více svalů umožní tentýž pohyb

**svalový tonus** = reflexně udržované svalové napětí, které se mění v závislosti na informacích z periferních receptorů a CNS

## Svaly lidského těla

### 1) hlava

→ žvýkací, čelní, kruhový sval oční, kruhový sval ústní, lící, tvářový

### 2) krk

→ zdvihač hlavy a *platysma* – brání tvorbě kožních řas při pohybu hlavy

### 3) hrudník

→ velký prsní sval, malý prsní sval, přední pilovitý sval (tlačí ven lopatku, zvedá rameno), podklíčkový sval, mezižeberní svaly vnější a vnitřní a bránice – sval, který se objevil až u savců

### 4) břicho

→ přímý břišní – předklon, šikmé břišní svaly zevní a vnitřní – rotace trupu, předklon

### 5) záda

→ trapézový, široký sval zádový, zdvihač lopatky, rombické svaly (posun lopatky k páteři a vzhůru)

### 6) horní končetina

→ deltový sval, biceps (ohyb v lokti), triceps (natažení v lokti)

### 7) předloktí a ruka

→ pronující sval, supinující sval, flexory a extenzory prstů

### 8) dolní končetina

→ bedrokyčelní, velký hýžďový sval, krejčovský (nejdelší sval v těle), čtyřhlavý stehenní, dvojhlavý stehenní, trojhlavý lýtkový, holenní

## Onemocnění:

### a) svalová dystrofie

- dědí se recesivně na chromozomu X

- b) hypotonické svaly
- c) hypertonické svaly

### Podotázky:

- 1) Pojiva – charakteristika, základní typy pojivových tkání
- 2) Kostní tkáň – základní charakteristika
- 3) Svalová tkáň – základní charakteristika
- 4) Stavba kosti, druhy a spojení kostí, růst kostí
- 5) Stavba svalu a druhy svalů
- 6) Funkční a anatomická závislost svalstva a kostry, spojení kostí a svalů
- 7) Fyziologie svalového stahu
- 8) Přehled kostí na kostře
- 9) Základní svalové skupiny
- 10) Onemocnění opěrné a pohybové soustavy

### Odborné pojmy:

- Osteocyty – základní buňka zralé kosti, podílí se na metabolismu – uvolňuje minerální látky do krve
- motorická (nervosvalová) ploténka – typ periferní synapse, která převádí vzruch mezi neuronem a svalovým vláknem
- Haversovy kanálky – kanálek v kosti, který obsahuje nervová vlákna, cévy a řídké kolagenní vazivo. Vyživuje kost a okolí
- Kontrakce – smrštění, stažení
- Artróza – onemocnění kloubů, narušení chrupavky, nejčastěji klouby kyčelní a kolenní
- Myofibrila – svalové vlákno, základní kontraktilní jednotka svalové buňky, skládá se z myofilament – aktin a myosin
- extensor – sval natahující končetinu v kloubu, natahovač
- sarkoplazmatické retikulum – jakoby endoplazmatické retikulum – uvolňuje vápník a tím aktivuje svalový stah -> aktin a myosin
- svaloví antagonisté – kdy svaly působí opačným pohybem jeden na druhý
- svalový tonus – svalové napětí, jak je sval napjatý

## MO č. 22 – Dýchací soustava člověka

### Funkce:

- zprostředkovává výměnu dýchacích plynů mezi organismem a vnějším prostředím (vdechem přijímán  $O_2$ , výdechem uvolňován  $CO_2$ )
- vdechovaný vzduch obsahuje 21%  $O_2$  a 0,03%  $CO_2$ , vydechovaný 14%  $O_2$  a 5%  $CO_2$
- každá buňka našeho těla potřebuje kyslík, aby mohly probíhat všechny důležité děje v organismu → získávání energie aerobní oxidací organických látek
- **dýchání probíhá na několika úrovních:**
  - a) vnější dýchání – mezi atmosférou a plicemi a mezi sklípky a krví
  - b) vnitřní dýchání – mezi krví a tkáněmi
  - c) buněčné dýchání – v mitochondriích
- přenos kyslíku zprostředkovává hemoglobin ( $O_2$  se váže na hemovou složku hemoglobinu) - při stoupajícím tlaku se váže kyslík na hemoglobin za vzniku xygenhemoglobinu a s klesajícím tlakem se pak uvolňuje; na jednu molekulu hemoglobinu se dokážou navázat čtyři molekuly kyslíku.
- u mužů převládá typ dýchání břišní (abdominální), u žen žeberní (kostální)

### **Přenos oxidu uhličitého je složitější, neboť je vázán trojím způsobem:**

1. Asi 5% je ho rozpuštěno v krevní plazmě
  2. Asi 10% se slučuje s plazmatickými bílkoviny na karbaminové sloučeniny
  3. Asi 85% je dopravováno krevní plazmou ve formě  $HCO_3^-$
- Dýchací plyny se při vazbě na krev vzájemně ovlivňují. Větší obsah oxidu uhličitého v krvi napomáhá vytěsnění kyslíku z krve do tkání a naopak. Ve tkáňové kapiláře poté reaguje s vodou na kyselinu uhličitou. Hydrogenuhlíčitanové ionty vystupují z krve do plazmy. Svoji přítomností brání rozpuštění oxidu uhličitého v krevní plazmě. V plicní kapiláře poté ionty  $HCO_3^-$  reagují s protony  $H^+$  na kyselinu uhličitou, která se rozkládá na vodu a oxid uhličitý, který prochází stěnou kapiláry do alveol.

### Vazba plynů na hemoglobin

- Hemoglobin bez  $O_2$  = deoxyhemoglobin
- S  $O_2$  = oxyhemoglobin
- Snadno a pevně se váže CO  $\Rightarrow$  karbonylhemoglobin
- Afinita CO k hemoglobinu 200-300x větší než afinita  $O_2$  (otrava 0,1% CO v atmosféře již za 30 – 60 minut)
- Působením dusitanů a dusičnanů dochází k oxidaci Fe  $\Rightarrow$  methemoglobin („modráni“ kojenců)

### Stavba dýchací soustavy – horní cesty dýchací, dolní cesty dýchací a plíce (dýchací orgán)

- (Ektoderm), hlavně entoderm (vznikla jako vychlípenina trávicí)

### **Obecná stavba dýchací trubice:**

1. nejvnitřnější vrstva – sliznice, je složena z cylindrického epitelu s řasinkami, sliznice = mukóza – jsou v ní četné hlenotvorné žlázy

2. vrstva – podslizniční vazivo - je velmi řídké a jsou v něm lymfocyty, při zánětu často zduří
3. vrstva – je tvořena buď chrupavkami nebo kostí - díky svalům a kloubnímu spojení mezi chrupavkami se mění průsvit dýchací trubice při dýchání
4. vrstva – vazivová vrstva

### Horní cesty dýchací – dutina nosní, nosohltan

#### **a) dutina nosní (*cavum nasi*)**

- 2 nosní dírky a 2 zadní otvory nosní (choany) – ústí do nosohltanu
- na bočních stěnách skořepy nosní (3 páry), horní dvě jsou výběžky čichové kosti, dolní samostatná kost připojená k maxile
- nosní přepážka: chrupavka + kost radličná + kost čichová
- vyústí uje slzovod
- vystlána sliznicí (kryta řasinkovým epitelem obsahujícím hlenové žlázy)
- fce: vzduch čistí od prachu, ohřívá ho a zvlhčuje + ochrana proti mikroorganismům
- vedlejší dutiny nosní (nosní sinusy):
  - Párové - dutiny maxily, dutina v kosti čelní a klínové
  - nepárové - dutiny v kosti čichové
  - jsou také vystlány sliznicí
- choanami přechází vzduch do hltanu, kde se rozděluje cesty polykací a dýchací – vstup do hrtanu
- čichový epitel – horní skořepa, při stropu lamina cribrosa – prochází tudy čichový nerv

#### **b) nosohltan (*nosopharynx*)**

- = horní část hltanu, který má 3 části
- uloženy nosní mandle
- ústí 2 Eustachovy trubice; slouží k vyrovnávání tlaku mezi středním uchem a nosohlt.
- střední část je křížovka dýchacích a trávicích cest – epiglottis a krční mandle

### Dolní cesty dýchací – hrtan, průdušnice, průdušky

#### **a) hrtan (*larynx*)**

- soubor vzájemně pohyblivě spojených chrupavek; vazivovou blánou zavěšen na jazylce, podjazykovými svaly fixován k mandibule
- chrupavky: štítná (největší, na přední straně štítná žláza, vlivem testosteronu se zvětší - mutování), prstencová, hlasivkové chrupavky (párové), epiglottis (uzavírá vchod do hrtanu při polykání)
- hlasové ústrojí – řasy hlasové (ve sliznici, popř. prodloužené vazy), chrupavky, hlasivková štěrbina (rimagotis)
- vystlán sliznicí a řasinkovým epitelem

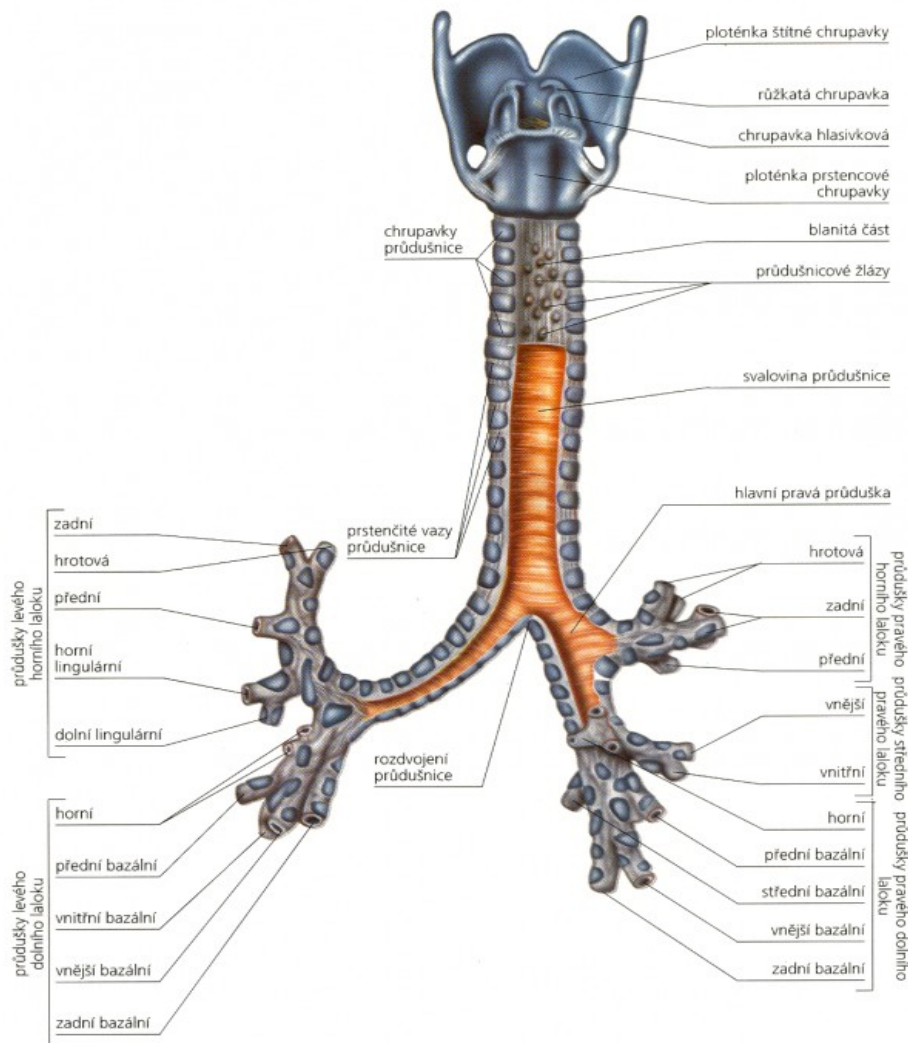
#### **b) průdušnice (*trachea*)**

- 10 až 12 cm, složena z 16 až 20 podkovovitých chrupavek, (zadní strana svalovina a vazivo)
- vystlána sliznicí a kryta řasinkovým epitelem, hlenové žlázy
- mezi 4. a 5. hrudním obratlem se větví na průdušky

#### **c) průdušky (*bronchi*)**

- chrupavčité; zanořují se do plic (v plicní brance – hilum pulmonis) a větví se na průdušinky (*bronchioly*)
- sliznice obsahuje hlenové žlázy, je kryta řasinkovým epitelem

- pravá průduška se zanášá víc než levá - větví se na různých úrovních, pravá je spíš pokračováním průdušnice než levá



## Dýchací orgán – plíce

### Plíce (*pulmo*)

- párový orgán, vazivovou mezihrudní přepážkou (mediastinum) jsou odděleny na levou a pravou plíci - levá plíce menší (2 laloky), pravá 3 laloky – kvůli uložení srdce
- cca 650 g pravá, 550g levá (u muže)
- povrch plic kryje vazivová blána poplicnice, která přechází na vnitřní stranu hrudníku jako pohrudnice; pleurální štěrbina vyplněna interpleurální tekutinou, která lepí obě blány k sobě a zajišťuje podtlak v hrudní dutině + umožňuje klouzání
- průdušky – lalokové průdušky – segmentové průdušky – průdušinky (bronchioly, bez chrupavek)
- průdušinky se větví v tenkostěnné alveolární chodbičky, které se otvírají do plicních sklípků (alveoly); stěna tvořena jednovrstevným epitelem – zevně opředená sítí vlásečnic
- ve stěnách alveol probíhá výměna dýchacích plynů (plocha asi 100 m<sup>2</sup>)
- plicní ventilace = výměna alveolárního vzduchu

## Mechanika dýchání

- proudění plynů umožněno tlakovými gradienty a difúzí
- hlavní dýchací svaly: bránice a zevní mezižební svaly
- inspirace: aktivní děj, bránice se zplošťuje a spolu s vnějšími mezižeb. svaly roztahuje hrudní koš
- expirace: pasivní děj, nastává díky relaxaci bránice a mezižeb. svalů; bránice vyklenutá, dokončení výdechu zajišťují vnitřní mezižeb. svaly
- **pneumotorax** = narušení podtlaku v pleurální dutině – např. při proražení ostrým předmětem; dojde k vyrovnání podtlaku s atmosférickým tlakem, plíce se zhroutlí (ale ne trvale - dřív se např. pneumotoraxem léčila tuberkulóza, nemocná plíce se tak nechala odpočinout)
  
- asi 16 vdechů/min při klidném dýchání
- v klidu je spotřeba kyslíku za minutu asi 250 ml, vymění se 7 – 8 l vzduchu
- v klidu využita jen malá část kapacity plic
- vitální kapacita plic – maximální množství vzduchu, které vydechneme po maximálním nádechu (ženy cca 3,2 l; muži o litr až dva víc)
- reziduální objem – objem vzduchu, který zůstane v plicích po maximálním výdechu, cca 1,2l
- mrtvý prostor – vzduch nevyužitý v plicích (asi 150 ml)
- Při jednom vdechu lze nasát až 3 l vzduchu
- klidový nádech 0,5 l

### - kyslíkový dluh:

- po skončení tělesné námahy chvíli přetrvává zrychlené dýchání, protože kyslík se v tkáních spotřebovává
- kyslík, který je třeba doplnit v hemoglobinu erytrocytů
- kyslík, který se spotřebovává se zvýšenou teplotou těla a je třeba k oxidaci kyseliny mléčné, která se vytvořila ve svalech (anaerobní glykolýza)

## Řízení dýchacích pohybů

- dýchací centrum v prodloužené míše
- činnost dýchacího centra je ovlivňována chemickými podněty (změnou koncentrace CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> v krvi, změnou pH apod.)
- mechanoreceptory v dýchacích svalech
- chemoreceptory jsou v aortě a krkavicích
- pohyby řízeny také nervově z dostředivých drah bloudivého nervu
- dýchací centrum ovlivňují i emoce, smích, pláč...
- dýchání se reflexně zastaví při polykání a silném čichovém podráždění
- koncový a střední mozek = ovlivnění dýchání vůlí

## Nerespirační funkce dýchací soustavy

### 1. brání vstupu cizorodých látek a patogenů

- epitel dýchacích cest vylučuje hlen – zachycují se mikroorganismy – řasinky epitelu hlen posouvají až do hltanu, kde jsou polknuty (brání SO<sub>2</sub>, nikotin, dehet z cigaret – hromadí se v plicích – náchylnější k infekci)

### 2. tvorba hlasu

- podílí se hrtanové svaly pohybující chrupavkami – mění se napětí hlasivkových vazů a tvar štěrbiny
- na řeči se podílí mluvidla: měkké patro, dásně, jazyk, zuby, rty



### 3. ohřívání a zvlhčování vzduchu před vstupem do plic

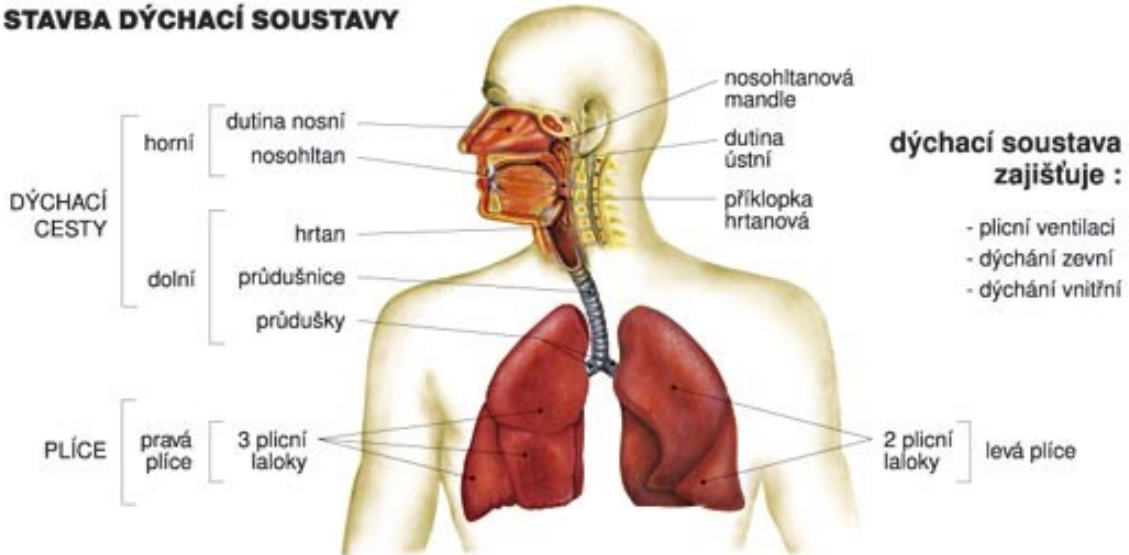
- ohřívání – kontakt s hustě prokrvenou sliznicí v horní části dýchacích cest
- zvlhčování (voda se odpařuje z hlenu – ochrana před vysoušením plicní tkáně)

### 4. vylučování

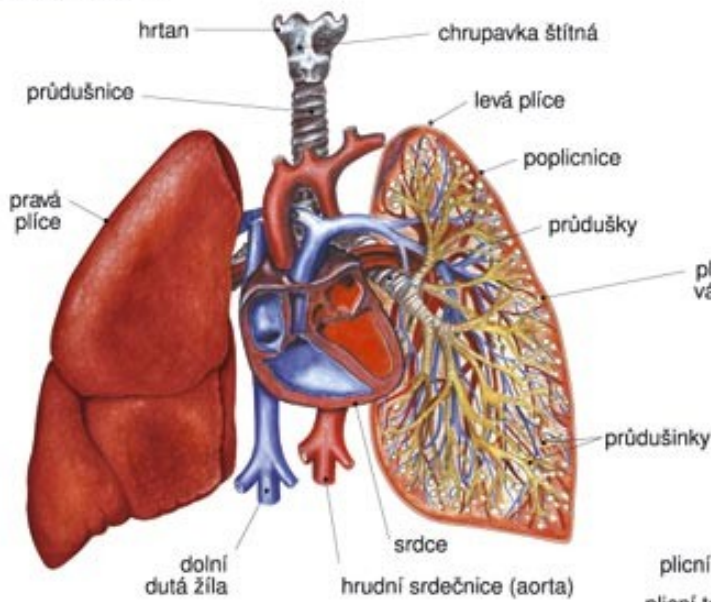
## SOUSTAVA DÝCHACÍ

STIEFEL

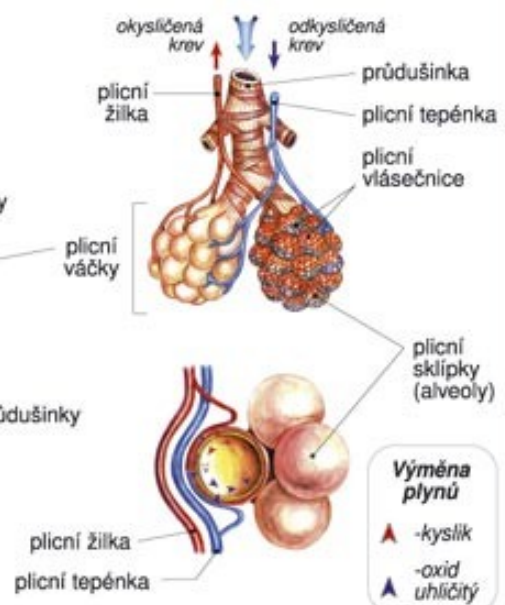
### STAVBA DÝCHACÍ SOUSTAVY



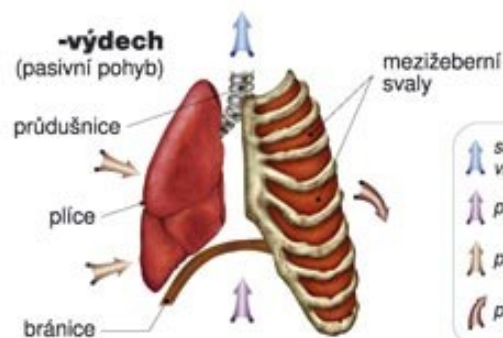
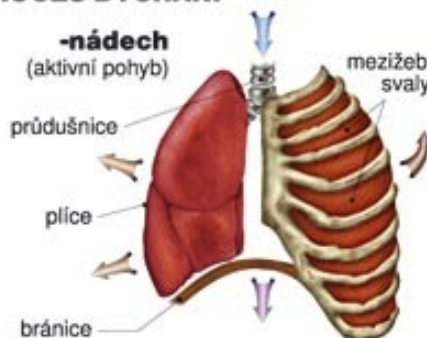
### STAVBA PLIC



### STAVBA PLICNÍCH VÁČKŮ



### PROCES DÝCHÁNÍ



- ▲ směr proudění vzduchu
- ▲ pohyb bránice
- ▲ pohyb plic
- ▲ pohyb žebér

## Obranné reflexy dýchací

- a) **kýchání** – vyvolává ho podráždění nosní sliznice pevnými částicemi, které pronikly při vdechu do nosu
- b) **kašel** – podráždění sliznice hrtanu, průdušnice a průdušek
- c) **Kratschmerův apnoický reflex** – zástava dýchání při vdechnutí dráždivých/toxických látek
- d) **škytavka** – křečovitě stahy bránice, při mechanickém podráždění (žaludek a střevo s hodně plyny)
- e) **zívání** – při poklesu tlaku, dlouhý nádech, krátký výdech

## Choroby dýchacích cest

- **Pneumonie (zápal plic)** - příčinou viry, bakterie i mykoplazmata = zaplnění alveolů tekutinou a hlenem, vede ke ztížení funkcí celého organismu
- **Rýma** – virové
- **Chřipka** – virové
- **Angina** – bakterie Streptococcus pyogenes
- **Spálová angina** – bakterie nakažená virem
- **Rozedma plic = plicní emfyzém** – ubývá plicní tkáň (TBC, rozpouštědla, kouření)
- **Tuberkulóza (TBC)** - bakteriální onemocnění, bakterie se usídlují v plicích a jizví jejich tkáň, mohou napadat i jiné orgány (ledviny a mozkové obaly)
- **Bronchitida** – zánět průdušek
- **Laryngitida** – zánět hrtanu (pomáhá hlasový klid)
- **Průduškové astma** – způsobené stahy hladké svaloviny ve stěnách bronchiolů
  - zužování; otoky, zvýšená produkce hlenu (histamin)
  - záchvatovitá choroba, většinou spjata s alergiemi (na pyl, srst, roztoče apod.)
  - léky roztahují bronchioly (antihistaminika) a čistí dýchací cesty

**Kapénková infekce** – šíří se z infikovaného jedince do okolí pomocí drobných kapének slin a nosního sekretu; kapénky produkovány během kýchání, kašlání, řeči, pronikají vdechem ústy či nosem nebo přes oční sliznice

**prevence:** sportovat, nekouřit, žít na vesnici a zdravě jíst

## První pomoc při dušení

- Laryngotomie - chirurgické otevření hrtanu laryngu
- Koniotomie - otevřením dýchacího systému ve výšce hrtanu v místě ligamentum conicum mezi chrupavkou prstencovou a štítnou
- Tracheotomie - chirurgické otevření průdušnice

## Podotázky:

- 1) Stavba a funkce dýchací soustavy člověka, embryonální původ
- 2) Horní cesty dýchací – stavba a funkce jednotlivých orgánů
- 3) Dolní cesty dýchací – stavba a funkce jednotlivých orgánů
- 4) Plíce – stavba a funkce
- 5) Plicní ventilace
- 6) Přenos a výměna dýchacích plynů
- 7) Řízení procesu dýchání a plicní ventilace
- 8) Nerespirační funkce dýchací soustavy
- 9) Obranné reflexy dýchací
- 10) Choroby dýchacích cest, prevence

## Odborné pojmy:

- Eustachova trubice – trubice, která spojuje středoušní dutinu s nosohltanem, umožňuje vyrovnání tlaku na obou stranách bubínku
- Pneumothorax – nahromadění vzduchu nebo jiného plynu v hrudní dutině, porušení plic
- pohrudniční dutina – dutina, ve které se nacházejí plíce, obalují plíce pohrudnicí
- kapénková infekce – infekce, která se šíří pomocí kapének slin, nosního sekretu. Například při kašlání
- vitální kapacita plic – objem vzduchu, který může být maximálně vydechnut po maximálním nádechu. Muži – 5,6 l, ženy – 5 l
- karboxylhemoglobin – hemoglobin, na který je navázán oxid uhelnatý, ke kterému má až 300 krát větší afinitu než k kyslíku, a proto ho nemůže navázat
- dýchací centrum – ovlivňuje dýchání, výdech a nádech, uzpůsobuje dle potřeby, nachází se v prodloužené míše
- kyslíkový dluh - při nadměrné zátěži za nedostatečného přísunu kyslíku vzniká kyslíkový dluh, v důsledku toho dochází k hromadění laktátu. Ten se odbourává v játrech a za zvýšené spotřeby kyslíku se kyslíkový dluh několik minut splácí
- anaerobní glykolýza – proces odbourávání glukózy na pyruvát za vzniku 2 molekul ATP
- průduškové astma – onemocnění dýchacích cest, projevy zvýšené citlivosti průdušek a projevy zúžení dýchacích cest

## MO č. 23 – Trávicí soustava člověka

### Funkce TS:

- a) **trávení** – mechanické a chemické zpracování potravy
- b) **vstřebávání** (resorpce) živin, vitamínů, minerálů, vody... organismus využívá tyto látky jako zdroje energie nebo jako stavební látky
- c) **skladování zásobních látek organismu**
- d) **odstranění nestrávených a nestravitelných zbytků**

### Stavba jednotlivých orgánů TS a jejich funkce:

- ektoderm, entoderm
- trávicí trubice se skládá z dutiny ústní, hltanu, jícnu, žaludku, tenkého a tlustého střeva, trávicích žláz a konečníku

### Složení trávicí trubice:

#### 1) sliznice (mukóza)

- vystýlá trávicí trubici
- povrch = epitel, který buď produkuje určité látky, nebo je to výstelka, nebo resorpční buňky

- šťávy produkované žlázami:

- a) sekrety – mají v těle nějakou funkci štěpení látek
- b) exkreta – odpadní produkty bez funkce

#### 2) podslizniční vazivo (řidké)

- hlubší cévní kmeny = mízní a krevní cévy a nervy
- připevňuje sliznici ke svalové vrstvě

#### 3) svalová vrstva

- tvořena převážně hladkou svalovinou (jen začátek trávicí trubice až ke střední části jícnu + dolní konec konečníku jsou z příčně pruhované svaloviny)
- hladké svalstvo: a) okružní (vnitřní vrstva)  
b) podélná (vnější vrstva)
- vykonává peristaltické pohyby, jimiž se potrava posouvá

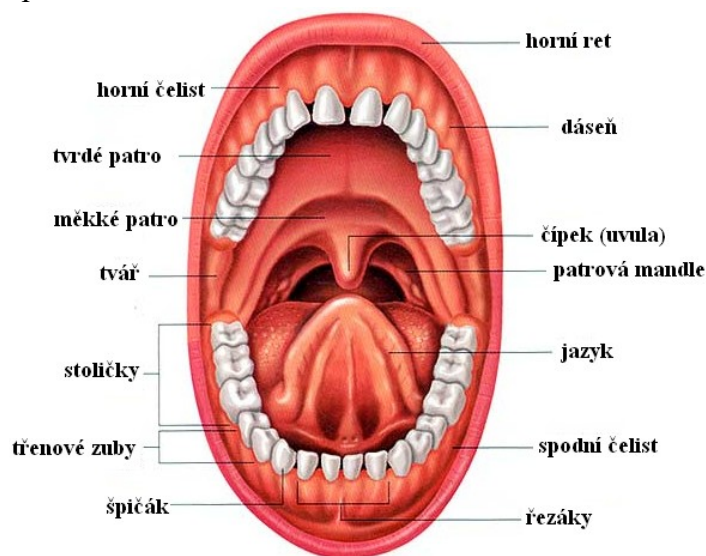
#### 4) vazivový obal (peritoneum)

- zevní povrch trávicí trubice

### Oddíly TS:

#### 1. Dutina ústní (*cavum oris*)

- patro (tvrdé – kostěné a měkké – pohyblivé), rty, mandle patrové, dásně, zuby, jazyk, tvář
- lymfoidní tkáň (produkují mandle – ochranný val proti infekci)
- 3 páry velkých slinných žláz (podčelistní, podjazyková, příušní) + další žlázy neustále produkují sliny
- fce: příjem potravy, promíchání se slinami,



mechanické a chemické zpracování potravy, info o kvalitě potravy (chemoreceptory), dýchání, tvorba řeči

#### **jazyk:**

- je na spodině (svaly připojen k dolní čelisti), na něm chuťové pohárky

#### **sliny:**

- navlhčují a rozmělnují potravu
- složení: 99% vody, 0,7% org. látek, 0,3% anorg. látek (pH 7-8)
- 1-1,5 litrů denně
- produkce reflexní, řízeno sympatikem a parasympatikem (centrum v prodloužené míše)
- ptyalin (slinná amyláza) – štěpí ve vodě nerozpustné polysacharidy na rozpustnou sladkou maltózu
- mucin – způsobuje vazkost slin, kluzkost potravy
- lysozym – ničí bakterie a choroboplodné zárodky

#### **zuby:**

- Slouží k rozmělnění potravy. Máme chrup mléčný (dočasný, 20) a chrup trvalý (32). Mléčný chrup je do 15 roku života nahrazen chrupem trvalým.

- Rozlišujeme 4 druhy zubů: *řezáky (I)*, *špičáky (C)*, *zuby třenové (P)* (chybí u dočasného chrupu) a *stoličky (M)*.

- Dětský: 2102

- Dospělý: 2123

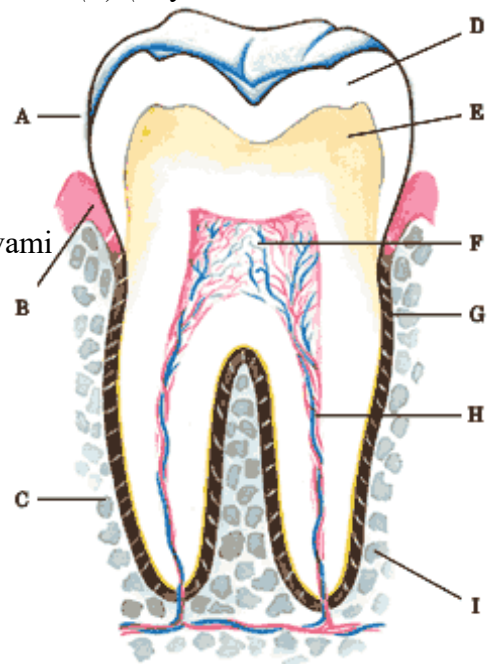
#### Anatomie zuby

- sklovina- tvrdá jako křemen (98% anorganických látek)
  - zubovina měkká, obsahuje živou cytoplasmu
  - uvnitř zuboviny je zubní dřeň- vazivová tkáň s nervy a cévami
  - v oblasti kořene zubovina chráněna tmelem
- mezi zubem a čelistí je ozubice, připevňuje zuby ke kosti  
zuby uložené v alveolách (zubní jamky)

*a-korunka, b-krček, c-kořen, d-sklovina,*

*e-zubovina, f- zubní dřeň, g-zubní tmel,*

*h-nervy, i-zubní lůžko*



## **2. Hltan (pharynx)**

– společná část TS a DS; 3 oddíly:

- a) nosohltan (*nosopharynx*) – ústí do něj choany a Eustachova trubice
- b) ústní část hltanu – kříží se dýchací a polykací cesty
- c) hrtanová část – neúplně uzavřena epiglottis (při polykání se sklání, brání soustu vniknout do DS)

#### **- mechanika polykání:**

= podráždění smyslových receptorů v hltanu --- polykací reflex (od určitého okamžiku nelze polykání už zastavit) --- uzavření DS (epiglottis) a měkkého patra --- zastavení dýchání (reflex) --- posun potravy peristaltickými pohyby

## **3. Jícen (oesophagus)**

- trubice asi 30 cm dlouhá, prochází mezihrudní přepážkou a bránicí; ústí do žaludku



- horní část – příčně pruhované svalstvo, dolní část – hladké svalstvo
- při polykání vykonává peristaltické pohyby

#### 4. **Žaludek** (*gaster, ventriculus*)

- svalový vak o objemu 1 až 3 l, uložen v levé klenbě brániční (pod levým lalokem jater)
- vystlán sliznicí, krytou (na rozdíl od jícnu) jednojaderným válcovitým epitelem – vchlipuje se do slizničního vaziva a tvoří žlásky – produkce žaludeční šťávy
- žlásky: tmavé (produkce HCl), světlé (produkce pepsinogenu) ...
- stavba: kruhový svěrač česlo (jícen-žaludek), klenba, tělo žaludku a kruhový svěrač vrátník (žaludek-dvanáctník)
- stěny tvořeny hladkou i kosterní svalovinou s podélným, příčným a šikmým průběhem
- funkce: skladování potravy a úprava potravy na chymus (tráveninu)
- nepodmíněný zvrací reflex

#### **žaludeční šťáva:**

- asi 3 l denně
- 99% vody, 1% rozpuštěných látek. A to jsou:
- HCl (kyselina chlorovodíková):
  - a) vytváří v žaludku silně kyselé prostředí (pH 2) – pro působení enzymu pepsinu
  - b) brání rozkladu některých vitamínů (B1, B2, C)
  - c) přeměňuje nerozpustné minerální látky na soli rozpustné v H<sub>2</sub>O
  - d) ničí choroboplodné zárodky
  - e) usnadňuje trávení masa – vazivo bobtná, maso se rozpadá na jednotlivá vlákna
  - f) umožňuje přeměnu pepsinogenu na účinný pepsin (pepsinogen se v kyselém prostředí přeměňuje na pepsin)
- pepsin: štěpí ve vodě nerozpustné bílkoviny na rozpustné polypeptidy
- chymozin: uplatnění při trávení mléka (hl. malé děti)
- mucin: zásaditý hlen, pokrývá stěnu žaludku a chrání jí před natrávením vlastní šťávou
- gastrin: vyvolává sekreci žaludeční šťávy (podráždění sliznice žaludku soustem vyvolá produkci)
- rozpuštěné soli

#### 5. **Tenké střevo** (*intestinum tenue*)

- dlouhé 3 až 6 m, tlusté asi 3 cm
- bohatě zřasená sliznice – **klky** (jemné výběžky z jednovrstevného epitelu – zvětšení povrchu střeva až 600x, každý klk má na sobě ještě mikroklky)
- částečně zavěšeno k zadní stěně břišní zřasenou blánou - okružím
- funkce: štěpení a resorpce látek do krve

##### **a) dvanáctník** (*duodenum*)

- 1. klička, 20-28 cm
- Funkce: produkce střevní šťávy, doštěpení tráveniny
- sliznice s klky a ochranným hlenem (proti kyselé trávenině)
- ústí do něj žlučové vývody a vývod pankreatu

##### **b) lačník** (*jejunum*)

- 2/5 délky tenkého střeva – nejdelší a nejširší část tenkého střeva
- funkce: absorpce živin
- vstřebané živiny se dostávají do vrátnicového oběhu (vrátnicovou žílou), tuky (MK s dlouhými řetězci) navíc do mízního systému
- klky a mikroklky

##### **c) kyčelník** (*ileum*)

- dolní 2/5 kliček
- sliznice bez klků
- lymfatická tkáň v podobě výběžků
- mezi klky trubicovité žlázy – produkce zásadité střevní šťávy; obsahuje enzymy peptidázy (bílkoviny – aminokyseliny), amylázy – štěpí cukry a lipázy – štěpí tuky
- pod epitelem shluky lymfoidního vaziva
- v horní části střeva – buňky, které při styku s chymem začnou produkovat hormony sekretin a pankreozymín – krví do pankreatu – produkce pankreatické šťávy

## 6. Slinivka břišní (*pancreas*)

- smíšená žláza (exo- i endokrinní)
- uložena v kličce dvanáctníku
- produkce pankreatické šťávy a hormonů:
  - Langerhansovy ostrůvky – produkce inzulínu a glukagonu
  - pankreatická šťáva: lehce zásadité pH, produkce asi 1 l/den
  - a) trypsin (štěpí bílkoviny)
  - b) lipáza (štěpí tuky)
  - c) amylázy (štěpí cukry)

## 7. Játra (*hepar*)

- největší žláza v těle (1,5 kg), uloženy v pravé klenbě brániční
- tvořena pravým a levým lalokem (vazivová přepážka), ty se skládají z podlouhlých lalůčků z jaterních buněk
- vysoká schopnost seberegenerace
- krevní zásobení: jaterní žíla – odvod krve
  - jaterní tepna – přívod z břišní aorty (okysličení jater – 20%)
  - vrátnicová žíla – přívod z TS (plno živin z TS, jen 80% je krve)
- jaterní branka je vstup jaterní tepny a vrátnicové žíly, výstup žlučových a jaterní žíly
- z každého laloku vede 1 vývod a ty se pak spojují do jednoho vývodu jaterního (žluč)

### **Funkce:**

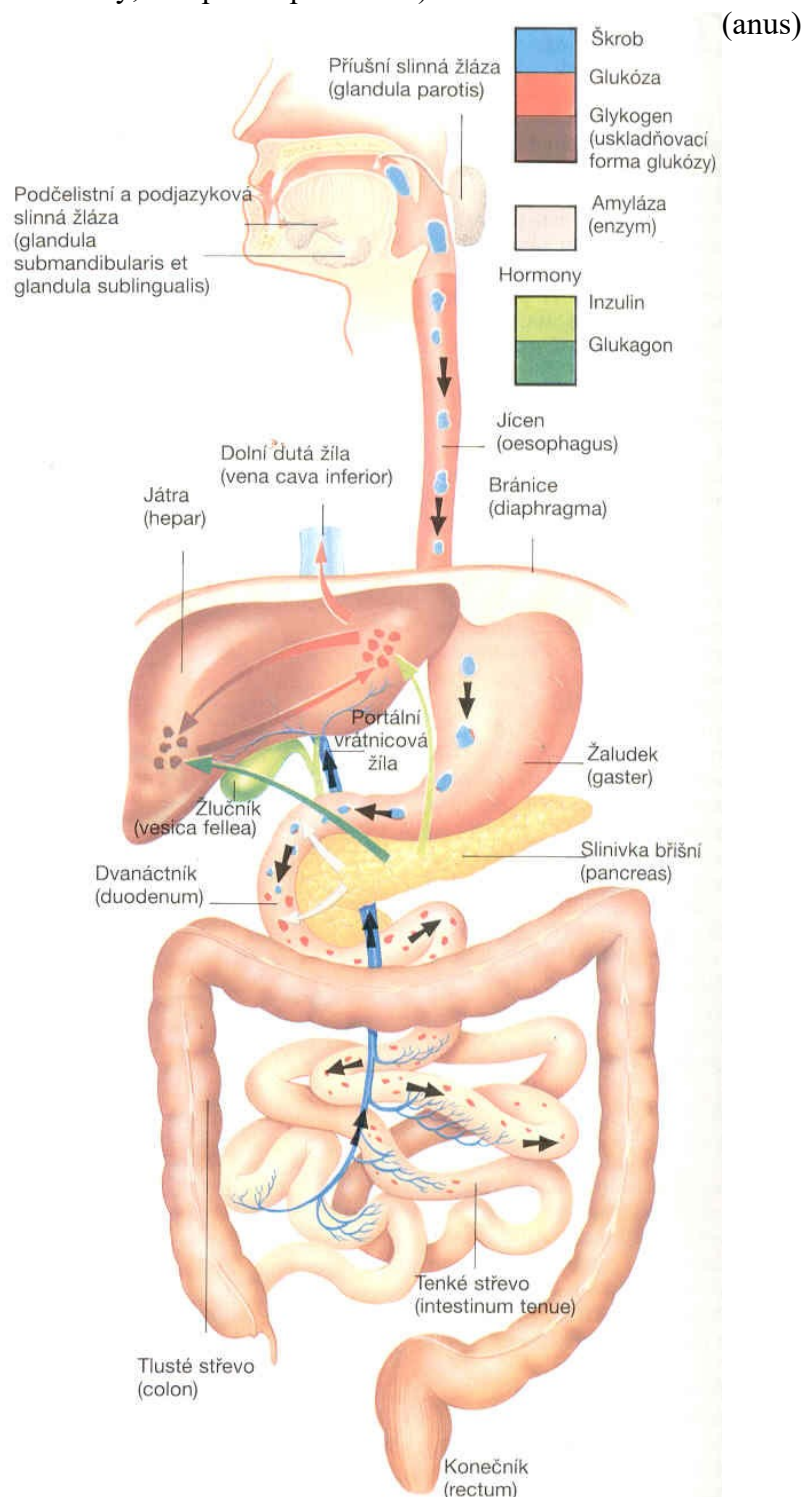
- detoxikace organismu
- enzymy odbourávající alkohol, drogy apod.
- uchovávání nadbytečné glukózy jako glykogenu
- tvorba tuků ze sacharidů
- tvorba žluči
- ukládání vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, K)
- nadbytečný dusík převáděn na močovinu
- čištění krve – odumírání erytrocytů a odbourávání hemoglobinu – odp. látka bilirubin
- tvorba krevních bílkovin v heparocytech (fibrinogen, protrombin)
- tvorba tělesného tepla – termoregulace
- produkce hormonů (somatomedin) a zánik (steroidy, inzulín)

- žluč – vzniká v jaterních buňkách, ve žlučníku je jen skladována
  - voda (97%), soli žlučových kyselin, MK, lecitin, cholesterol
  - slabě zásaditá, horká, 5-10 dl denně
  - emulgace tuků = rozptýlení velkých kapének, umožňuje tak lepší trávení tuků

## 8. Tlusté střevo (*intestinum crassum*)



- 1,5 m dlouhé, 5-8 cm široké
- začíná se plnit 4-6 hodin po jídle, vyprázdnění 18-20 hodin po jídle (defekační reflex)
- sliznice neobsahuje trávicí enzymy
- první část – slepé střevo: vytváří kapsu – ústí tenké střevo (na spodině appendix vermiformis), v pravé jámě kyčelní, 7-10 cm
- vzestupný, příčný a sestupný tračník (zakončen esovitou kličkou)
- sliznice obsahuje pohárkové buňky (tvorba hlenu) a řasy (ne klky!)
- **funkce**: hromadění nestrávených a nestravitelných zbytků (šlachy, části vaziva, buničina) vstřebávání vody, vitamínů a solí
- střevní mikroflóra:
  - a) hnilobné bakterie – produkují sulfan, amoniak a fenoly (nežádoucí látky v organismu)
  - b) kvasné bakterie – kvašení sacharidů - produkují methan a CO<sub>2</sub>
  - c) Escherichia coli – vzn. vitamínů B12 a K
- výkaly se hromadí v esovité kličce a v konečniku (délka 12-20 cm, rozšířený v ampulu, 1. svěrač z hladké svaloviny, 2. z příčně přehnané)
- řitní otvor



## Metabolismus (viz sešit 13)

- Schopnost tkání přeměňovat jeden typ látek v jiný
- Dynamický katabolicko-anabolický ustálený stav
- Katabolické děje = rozkladné
- Anabolické děje = skladné

### 1. Sacharidy

- Polysacharidy mají být přítomny v potravě nejen jako glykogen (maso, játra, škrob), ale i jako celulóza a látky tvořící BS = vláknina (zrno, ovoce a zelenina)

- Vláknina podporuje pohyb střev, brání zácpě a snižuje výskyt střevních nádorů; snižuje hladinu cholesterolu v krvi

- zásadní význam při metabolismu má glukóza (přítomna ve všech tělních tekutinách)

- obsah glukózy se zvyšuje po jídle

- nadbytečná glukóza se ukládá v játrech a kosterních svalech jako glykogen

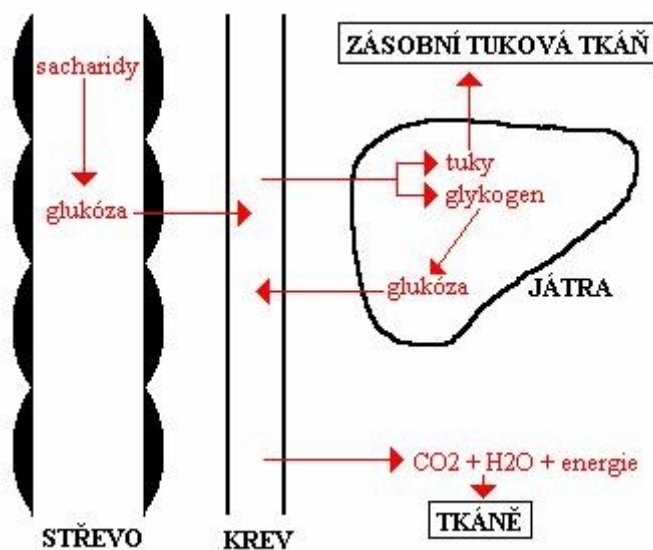
- konečným produktem oxidace glukózy je  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ . Přitom se uvolňuje *energie*

- glukóza se může přeměňovat na tuky

- Normální hladina 5 mmol/l plazmy

- Řízená hormonálně (inzulín - snižuje hladinu glykemie, glukagon)

- Nutná pro zásobení mozku sacharidy



### 2. Tuky (lipidy)

- tuky – zásadní stavební složky biomembrán + se ukládají do zásoby

- stálé množství tuků i v krvi

- při trávení se štěpí na glycerol a mastné kyseliny

- glycerol se při odbourávání začleňuje do anaerobní glykolýzy, mastné kyseliny do Krebsova cyklu (po dvouuhlíkatých částech beta oxidací)

- Požitý tuk se objevuje v lymfě jako tukové kapénky obsahující hl. triacylglyceroly

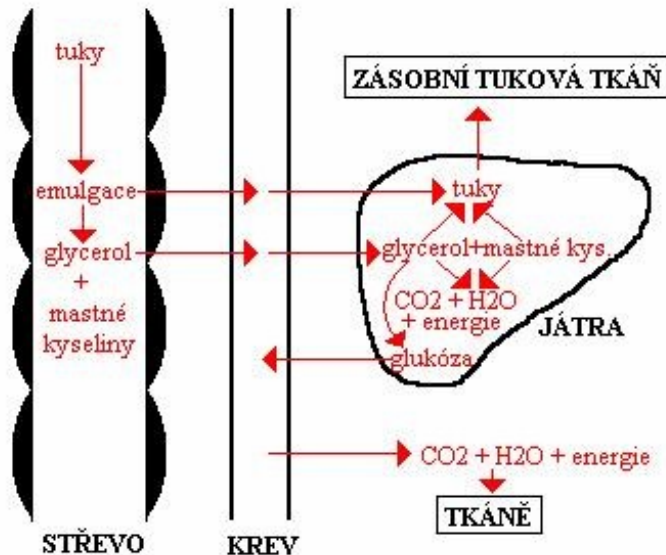
- Z lymfy se dostávají do oběhu a tukové tkáně v kůži a kolem orgánů v břišní dutině

- Část tuků se vrátnicovou žílou dostává do jater, kde se ukládají

- U dospělého člověka (70 kg) tvoří 1/10 až 1/15 hmotnosti (asi 300 000 kJ – víc než hodnota potravy za celý měsíc)

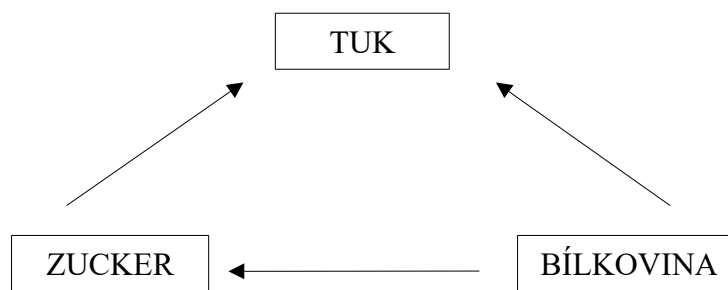
- V tucích jsou rozpuštěny vitamíny (A,D,E,K)

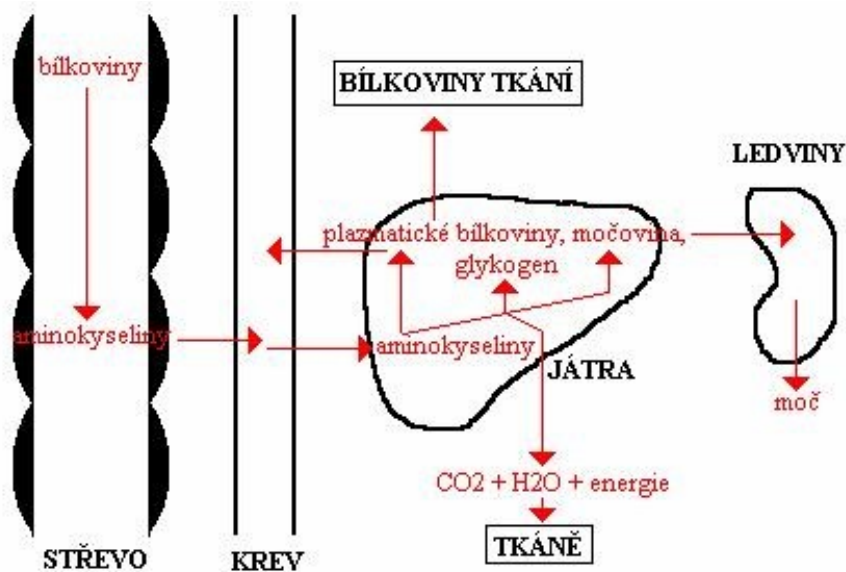
- Esenciální mastné kyseliny – v potravě
- Nenasycené mastné kyseliny obs. dvojně vazby – snižují hladinu cholesterolu v krvi (linolová) – rostlinné oleje



### 3. Bílkoviny

- bílkoviny jsou základní stavební složky organismu + fungují jako enzymy a hormony
- tráví se na aminokyseliny
- esenciální aminokyseliny si tělo neumí vytvořit – nutno přijímat v potravě (v živočišných bílkovinách, mléce; v chlebu chybí lysin ...) - Vejce, mléko, játra, srdce, maso, obiloviny...
- neukládají se do zásoby
- aminové skupiny se odštěpují ve formě amoniaku, který je v jaterních buňkách v *ornitinovém cyklu* přeměněn na močovinu – krví do ledvin – vyloučen močí z těla
- bílkoviny se mohou přeměňovat na tuk i na sacharidy
- Optimální přísun: 1 – 1,5 g na 1 kg váhy (u dětí a těhotných 3 – 4 g)
- AK nezpracované v játrech vstupují do tkání (hl. svaly) – proteosyntéza
- Při nedostatku proteinů – ztráty svalové hmoty





### Vitamíny:

- Lidské tělo je neumí syntetizovat
- Nejsou zdrojem energie ani stavební látky
- Účastní se chemických dějů jako kofaktory enzymů

Rozpuštěné v tucích: A, D, E, K

Rozpuštěné ve vodě: B komplex, C, niacin, kyselina listová

### A (retinol)

- Udržování normálního stavu epitelů
- Tvorba zrakového barviva

Hypovitaminóza: změny sliznic a epitelů, snížení jejich odolnosti vůči infekcím, zhoršení vidění za šera

Zdroj: mrkev, rajče, plody (borůvky, ostružiny), rybí tuk, mléko, žloutek

### D (kalciferol, antirachitický)

- Správný růst a vývoj kostí
- Řízení Ca a P v těle

Hypovitaminóza: křivice (měknutí a deformace kostí)

Hypervitaminóza: ukládání Ca v ledvinách, srdci a stěnách cév (ohrožuje život)

Zdroj: živočišné tuky, kvasnice, rybí tuk, malé množství UV záření

### E (tokoferol, antisterilní)

- Normální funkce pohlavních orgánů
- Správný průběh těhotenství

Hypovitaminóza: poruchy tvorby pohlavních hormonů až zastavení spermatogeneze

Zdroj: obilné klíčky, mléko, vejce, listová zelenina, rostlinné oleje

### K (antihemoragický)

- Významný pro tvorbu protrombinu (srážení krve)

Hypovitaminóza: krvácení do tkání a tělesných dutin, krvácení do mozku (→smrt)

Zdroj: zelené části rostlin (kapusta, špenát), kvasnice, E. coli

### **B<sub>1</sub> (aneurin, thiamin)**

- Metabolizmus cukrů, hl. v CNS a ve svalech

Hypovitaminóza: únava, záněty nervů, obrny, úbytek svalové tkáně, sklon ke křečím, srdeční a trávicí poruchy (nemoc beri-beri)

Zdroj: droždí, játra, brambory, vepřové maso, obiloviny, srdce, ledviny

### **B<sub>2</sub> (riboflavin)**

- Metabolizmus živin

Hypovitaminóza: zardělost a palčivost jazyka, zastavení růstu, poškození sítnice a rohovky oka, poškození sliznic, „koutky“

Zdroj: kvasnice, obilí, mléko, vejce, játra, zelenina

### **B<sub>5</sub> (kyselina pantotenová)**

- Metabolizmus mastných kyselin
- Ovlivňuje krvetvorbu

Hypovitaminóza: porušení nervové koordinace, křeče svalů, pálení chodidel

Zdroj: mléko, kvasnice, maso, celozrnný chléb, játra, srdce

### **B<sub>6</sub> (pyridoxin)**

- Metabolizmus aminokyselin
- Podporuje účinek B<sub>2</sub> a B<sub>1</sub>

Hypovitaminóza: zastavení růstu, záněty kůže, poruchy krvetvorby, zhoršení regenerace sliznic

Zdroj: mléko, kvasnice, maso, obilí

### **Kyselina listová (folová, B<sub>9</sub>)**

- Růst, metabolizmus aminokyselin
- Tvorba červených krvinek

Hypovitaminóza: chudokrevnost

Zdroj: zelené části rostlin, kvasnice, živočišné tkáně

### **B<sub>12</sub> (kobalamin)**

- Metabolizmus nukleových kyselin
- Krvetvorba

Hypovitaminóza: poruchy krvetvorby, degenerace míšních nervů, záněty sliznic TS

Zdroj: játra, maso, ledviny, E. coli

### **PP (niacin, kyselina nikotinová)**

- Klíčový pro syntézu ribonukleových kyselin a proteinů

Hypovitaminóza: nervové poruchy, celková sešlost, záněty kůže

Zdroj: játra, ledviny, maso, kvasnice, houby, ovoce, rýže

### **C (kyselina askorbová)**

- Buněčné oxidace živin
- Udržuje dobrý stav chrupavek a vaziva
- Podporuje tvorbu protilátek

Hypovitaminóza: únava (fyz. i psych.), snížená odolnost vůči infekcím, krvácení, vypadávání zubů, kurděje (skorbut)

Zdroj: syrové ovoce a zelenina

## Minerální látky

- Soli Na, K, Ca, Mg, P, Fe, I, Zn, Cu, Co..
- Více než 20 anorg. látek
- Nahrazují se z potravy, malé množství odchází močí a jinou sekrecí

## Voda

- Bez potravy vydrží člověk déle než měsíc (výjimečně 70 – 80 dní)
- Bez vody jen několik dní
- Denně minimálně 1,5 l
- V potravě se denně přijme asi 1 l vody

## Onemocnění trávicí soustavy

### 1. žaludeční vředy

- defekt ve stěně žaludku – HCl proniká do různých vrstev stěny
- vzn. při nerovnováze mucin : HCl, často *Helicobacter pylori*
- ovlivňuje stres, cigarety, alkohol, limonády jako je Coca-Cola, taky některé léky (ibalgin)

### 2. hepatitida

- zánět jater, chybně označovaná jako žloutenka, což je ale jen symptom (nejen) hepatitidy
  - virové onemocnění, má 5 druhů, nejznámější jsou A, B, C
  - typ A: způsobuje RNA virus, není chronická, dá se proti ní očkovat, přenáší se fekálně-orální cestou (nemoc špinavých rukou), po vyléčení bez následků, skoro vždy doprovázena žloutenkou (zvýšené množství bilirubinu v plazmě – žluté barvivo, které vzniká při metabolismu bílkovin); symptomy: zažloutlé bělmo, celková únava, tmavá moč – nemusí se ale vůbec projevit, zvlášť u dětí
  - typ B: způsobuje DNA virus, může být akutní i chronická, přenáší se tělními tekutinami, dá se proti ní očkovat, po vyléčení zvýšené riziko cirhózy jater, vyskytuje se u drůbeže
  - typ C: způsobuje RNA virus, v 75-85% případů se stává chronickou, přenáší se krví (v případě drobných krvavých poranění také pohlavním stykem), ve vzácných případech z matky na plod, velké nebezpečí cirhózy jater
- léčba hepatitid: dieta, abstinence, vyvarování se přepáleným tukům, podávají se vitaminy, interferon + ribavirin (bílkoviny produkované naším imunitním systémem – brání množení virů v buňkách, když se jim podává hodně, jsou schopny viry ničit (spolu účinkují mnohem lépe, než když se podávají zvlášť – synergie)

### 3. Cirhóza jater

- v ČR nejčastější příčinou virové infekce v kombinaci s nadměrnou konzumací alkoholu
- chronická; vzn. postupnou přestavbou jaterní tkáně a krevního řečiště v játrech, tkáň jater se nahrazuje vazivem
- řeší se transplantací

### 4. příušnice

- virus, existuje očkování
- u mužů mohou způsobit neschopnost správně tvořit spermie

### 5. zubní kaz

- bakterie odbourávají zubní sklovinu

### 6. zubní kámen

- usazování zubního plaku a jeho následná mineralizace

## **7. paradontóza**

- zánět dásní
- dásně klesá a odhaluje se zubní krček a kořen – nakonec vypadají

## **8. jícnové varixy**

### **9. gastritida**

= zánět žaludeční sliznice

- viry/bakterie/otrava

### **10. enteritida**

= zánět střevní sliznice

### **11. Crohnova choroba**

- zánět střevní sliznice, sliznice se vyrovnává – snížená absorpce
- autoimunitní

### **12. apendicitida**

- pokud se do appendixu dostane trávenina, napíná se vazivové pouzdro – bolest, nejdříve se chladí, když se to nezlepší, musí se odstranit
- u žen může zánět slepého střeva přejít na vaječníky

### **13. průjem**

- různé důvody (prvoci – měňavka úplavíčná, salmonela, střevní bakterie, ...)
- smrtelné pokud dojde k dehydrataci

### **14. hemeroidy**

- křečové žíly v okolí řitního otvoru

### **15. zánět žlučníku**

- často důsledek žlučových kamenů
- odstraňuje se – dieta kvůli tukům

### **16. pankreatitida**

- virový i bakteriální zánět slinivky
- špatná produkce inzulínu a glukagonu – může dostat diabetes

### **17. diabetes mellitus**

I. typ

- od narození

II. typ

- ve vyšším věku, při nadváze

## **Výživa a prevence onemocnění trávicí soustavy**

- energie – 45% na životní funkce, z toho část pro stavbu těla, 55% odchází ve formě tepla
- potrava: živiny: sacharidy, proteiny, lipidy  
: vitamíny, minerální látky, voda
- doporučená stavba potravy: přes 50% sacharidů, 20-40% tuků, 15% bílkovin
- prevence onemocnění: nekouřit, nepít alkohol, sportovat, snažit se nestresovat (vředy), jíst vlákninu, prostě racionální strava a styl života. Při sedavém zaměstnání aspoň 2x týdně sportovat

## **Poruchy v příjmu potravy**

### Mentální anorexie

- Záměrné odmítání potravy
- Ubývání tělesné hmotnosti, atrofie svalů, zácpa, hypotenze, nepravidelný cyklus, náchylnost k infekcím
- Metabolický rozvrat



## Bulimie

- Nežřízená chuť k jídlu a následné zvracení
- Snaha o překonání stresu
- Dehydratace
- Metabolický rozvrat
- Zhoršení činnosti jater, ledvin
- Suchá pokožka, křeče

## **Nervové a hormonální řízení trávení živin**

Řízení činnosti hladkého svalstva trávicí trubice:

- nervy vegetativní nervové soustavy a tkáňovými hormony (= vznikají v buňkách některých částí trávicí trubice)
- jsou také schopny vytvářet svalovou aktivitu nezávisle na nervovém působení
- prodloužená mícha

## Podotázky:

- 1) Funkce trávicí soustavy, embryonální původ
- 2) Stavba a funkce jednotlivých částí trávicí trubice
- 3) Ústní dutina, zuby, mechanické zpracování potravy
- 4) Chemické zpracování potravy, přehled trávicích žláz a jejich enzymů
- 5) Játra – stavba a význam jater pro metabolismus
- 6) Slinivka – stavba a význam slinivky pro metabolismus živin
- 7) Metabolismus sacharidů, tuků a bílkovin
- 8) Choroby trávicí soustavy (včetně poruch příjmu potravy)
- 9) Výživa a prevence onemocnění trávicí soustavy
- 10) Nervové a hormonální řízení trávicí soustavy

## Odborné pojmy:

- Amyláza – enzym ve slinách, který štěpí škrob na jednodušší cukry
- Mucin – glykoproteiny, jsou součástí membrán, nacházejí se ve sliznicích a ve slinách, usnadňují polykání a chrání ústa před poškozením
- Dentin – zubovina, žlutobílá hmota podobající se kosti, tvořící většinu zubu
- Peristaltika – pozvolný rytmický pohyb stěn některých dutých orgánů, které slouží k posunu potravy jedním směrem
- Chymus – trávenina, polotekutá hmota, která se tvoří natrávením potravy v žaludku
- Hepatocyt – jaterní buňka zodpovědná za většinu metabolických dějů v játrech
- Portální oběh – jaterní oběh, odvádí krev z nepárových orgánů břišní dutiny (vena portae) – žaludek, játra, tenké, tlusté, slepé střevo, žlučník, slezina, odvádí ze střev plno živin do jater...
- appendix vermiformis – červovitý výběžek slepého střeva – může dojít k zánětu – operace rychlá akce
- cirhóza jater – onemocnění jater, dochází k nekróze jater, zvýšené tvorbě vaziva a k uzlovité přestavbě jaterních buněk
- emulgace tuků – rozštěpení velké kapky tuku na malé kapičky pomocí žlučových kyselin -> zvětšení plochy a tím pádem snažší trávení

## MO č. 24 – Vylučovací soustava člověka

- mezoderm
- Odstraňování zplodin tkáňového metabolismu z těla (exkrece), homeostáza, termoregulace
- Hlavní odpadní produkty – močovina, CO<sub>2</sub>, ve vodě rozpustné přebytečné soli, xenobiotika, vitamíny
- Soustavy, které se podílí na exkreci
  - Vylučovací močová – ledviny – močovina, soli
  - Dýchací – plíce – CO<sub>2</sub>, voda
  - Kožní – potní žlázy – soli, močovina, kyselina mléčná
  - Trávicí – např. bilirubin

### Ledviny

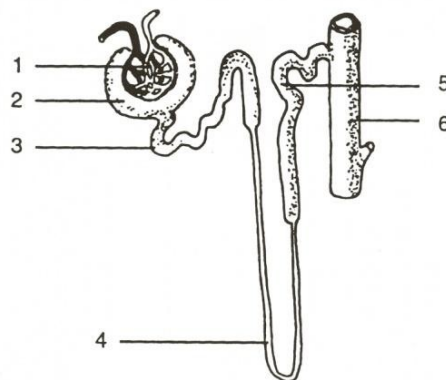
- **funkce:** exkreční metabolismus – dusíkaté produkty (rozklad bílkovin), osmoregulační – regulace vody a soli, osmóza = samovolný průnik vody přes polopropustnou membránu z méně koncentrovaného roztoku do koncentrovanějšího
- produkován hormon erythropoetin – tvorba erytrocytů
- hormon renin – vliv na krevní tlak
- párový orgán, rozměry: 10 – 7 – 5 cm, po stranách bederní páteře
- v tukovém polštáři – ochrana před mechanickým otřesem
- ledvinné tepny – přímé napojení na břišní aortu, krev je přefiltrována ledvinami asi 50x za den
- nefron – základní funkční jednotka ledviny:
- stavba

Cévní žláta

1. Glomerulus, přívodná, odvodná tepénka
2. Bowmanův váček

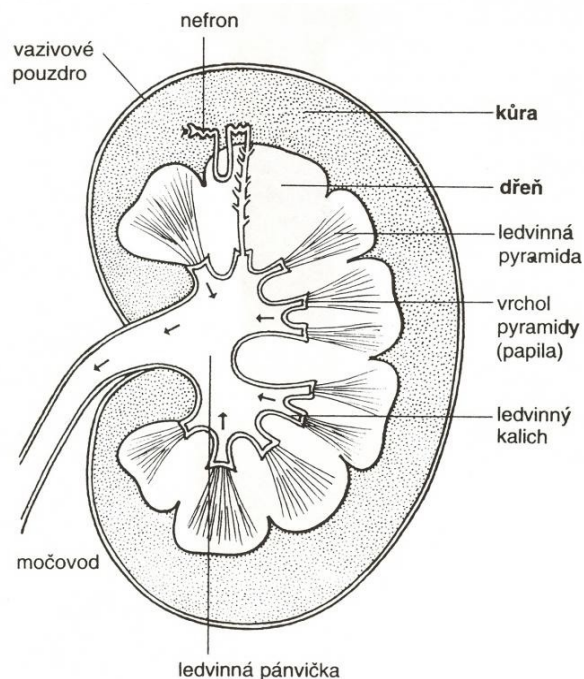
Tubulární žláta

3. Proximální stočený kanálek
4. Henleova klička
5. Distální kanálek
6. Sběrací kanálek – ústí více nefronů



#### řízení činnosti ledvin:

- ledviny vytvářejí moč nepřetržitě
- množství a složení moči kolísá dle potřeb organismu a je závislé na množství přijatých tekutin a typu potravy
- vlastní mechanismus řízení ledvinných funkcí je v podstatě dvojitý: **látkový** (humorální) a **nervový** - obě složky se většinou doplňují nebo kombinují
- hormony:
  - **renin** (ledviny) - řízení vylučování vody a iontů ledvinami



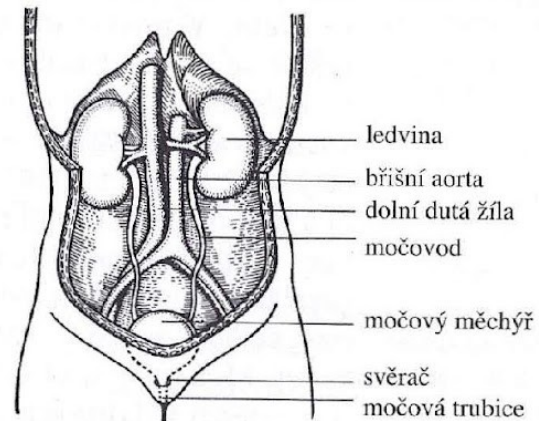
- **antidiuretický = vasopresin** (mezimozek-hypothalamus) - Řídí hospodaření svodou – zvyšuje její zpětné vstřebávání v ledvině
- **aldosteron** (nadledviny)- Aldosteron způsobuje zpětnou resorbci  $\text{Na}^+$  iontů a vody v ledvinných tubulech z primární moči a naopak vylučování  $\text{K}^+$  a  $\text{H}^+$  iontů, kromě toho působí například i ve střevě
- na činnost ledvin mají vliv i výkyvy funkcí celého organismu

## Močovody (ureter)

- odvod definitivní moči, párový orgán, trubice cca 30 – 35 cm
- hladká svalovina -> pohyb do močového měchýře

## Močový měchýř (vesica urinaria)

- umístěn za stydkou sponou, dutý, roztažitelný orgán, stěny z hladké svaloviny, kolem ní na povrchu elastické vazivo, vnitřní sliznice – mnohvrstevný přechodný epitel (zvláštní struktura, zplošťuje se, nepropouští moč)
- objem cca 400 – 700ml, při 200 – 300ml máme nucení jít na záchod
- uzavřen dvěma svěrači: z hladké svaloviny – při nucení se uvolňuje, z příčně pruhované svaloviny – ovládáme vůlí (svěrače jsou spíš až na močové trubici)



57 Vylučovací soustava

## Močová trubice (urethra)

- u mužů močopohlavní cca 12 – 20 cm, u žen cca 3 – 7 cm

## Tvorba moči

- glomerulární filtrace – z krve všechna plazma (mimo bílkoviny) => primární moč; podocyty = buňky pokrývající glomerulus – ovlivňují propustnost při filtraci
- tubulární resorpce – do okolních kapilár, aktivní transport (nosiči) – glukóza (100%), NaCl (99,5%), pasivní transport – voda, 99% filtrátu se resorbuje zpět do krve
- močovod
- močový měchýř – vůlí lze zadržet až 700ml moči
- definitivní moč – je hypertonická, obsah: voda, močovina, kyselina močová, kreatin, ionty (Na, K, Ca, Mg, P, S, ...), přebytek vitamínů B, E, zbytky léčiv, produkty rozkladu žlučových barviv
- moč zdravého člověka neobsahuje – glukózu, krev, bílkoviny, hnís, žlučová barviva
- denní diuréza – asi 1,5/den
- sterilní, pH moči zdravého člověka 5 - 6

## Regulace objemu tělních tekutin

- Nedostatek tekutin
  - Potřeba zadržet vodu
  - V hypothalamu – osmoreceptory – uvolňují ADH (antidiuretický hormon) z hypofýzy do krve, putuje do ledvin, zde zvyšuje propustnost konce distálních tubulů a dokonce sběracích kanálků pro vodu – moč se koncentruje
- Nadbytek tekutin

- Zaznamenán osmoreceptory – pokles ADH – kanálky se stanou pro vodu nepropustné
  - voda se vyloučí
- o Objem iontů
  - Množství  $\text{Na}^+$  - receptory v distálním kanálku, řídí aldosteron – hormon kůry nadledvin, řídí množství zpětně vstřebaných iontů
  - Množství  $\text{Ca}^{2+}$  - nutná stálá hladina, řídí parathormon – hormon příštítných tělísek, vstřebávání v distálním kanálku

## Onemocnění

- inkontinence = samovolné unikání moči, příčiny: poškození centrální nervové soustavy, oslabení svalů pánevního dna (po porodu)
- zánět močových cest, močového měchýře a ledvin – vcestování bakterie do močových cest, z 80% Escherichia Coli, příznaky: pálení, řezání při močení, nutnost močení; prevence: dostatečný pitný režim, brusinky
- ledvinové kameny - = nahromadění minerálních solí, mnoho příčin: bakterie, vysoký přísun Ca, metabolické poruchy; prevence: dostatečný pitný režim (ne minerálky), abstinence
- ledvinová kolika – silná bolest v břiše
- selhání ledvin -> „hemodialýza“ – umělá filtrace krve (3x týdně – 5 hodin)

## KŮŽE (derma, cutis)

- ektoderm
- celková plocha u dospělého člověka 1,6 – 2 m<sup>2</sup>

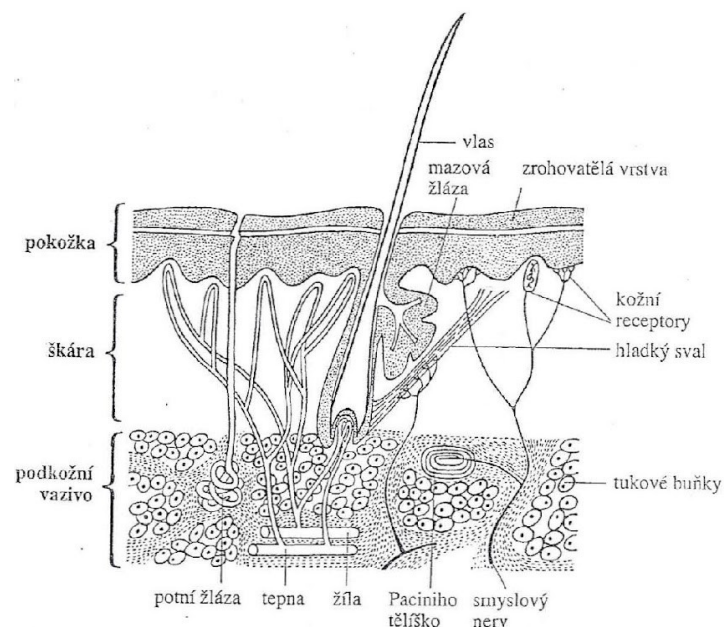
### Pokožka (epidermis)

- do 1 mm, mnohvrstevný dlaždicový epitel – neustálá produkce buňkami bazální vrstvy => regenerace

- vrstvy:

#### ● zárodečná

- o ve spodní části, nepřetížitelné dělení buněk – vytlačování starších buněk z povrchu – rohovatění (tvorba keratinu) – na povrch se buňka dostane za 4 týdny
- o melanocyty -> melanin = barvivo chrání před UV zářením (ve vlasech, vousích, chlupcích, oční duhovce), opalování = zvýšení produkce melaninu => do sousedních buněk => migrace k povrchu těla 4 – 5 dnů
- o pihy = shlukování pigmentu



#### ● rohová

- o keratocyty – syntéza keratinu (odumřelé buňky, vlasy, nehty), rohoviny – odolná vůči tlaku, mechanickým i chemickým vlivům -> ochranná funkce kůže
- o papily = bradaté výběžky do škáry (papilární linie -> daktyloskopie)

### Škára

- tvořena svazky kolagenních a elastických vláken

- cévy, nervy, receptory (smyslové kožní ústrojí), potní a mazové žlázy, cibulky vlasů, chlupů, tukové buňky
- **čidla** – tělíška: Meissnerova (dotek, horní vrstva), Krauseova (chlad), Ruffiniho (teplo), Vater – Pacciniho (tah a tlak, hlubší vrstva) a volná nervová zakončení (bolest)
- **žlázy:**
  - **potní**
    - všude na těle (max. – čelo, podpaží, dlaně), funkce: termoregulační, vylučovací
    - pot: z tkáňového moku (plazma bez bílkovin), který je v okolí žláz; 99% vody, rozpuštěné pevné látky – NaCl (nejvíce), močoviny, kyselina močová a mléčná (bakteriální účinky) => pot má kyselou reakci
    - 0,5 – 10 l potu/den (dle teploty a tělesné námahy)
    - apokrinní žlázy = pachové, v podpaží a v kůži pohlavních orgánů, produkce specifických aromatických látek, aktivní od puberty
  - **mazové**
    - na celém těle (kromě míst bez chlupů – dlaně, chodidla, rty); ústí do vlasové pochvy
    - maz = tuk, bílkoviny a soli (produkce 1 – 2 g/den) => ochrana před vyschnutím
  - **mléčné**
    - tvoří základ prsu ženy, koncem těhotenství rozšířeny - mlékovody (tvorba mleziva a mléka)

### Podkožní vazivo

- Tuková tkáň, až desítky kilogramů
- Chybí v očních víčkách
- Izolace před ztrátou tepla
- Tuková buňka = adipocyt
- Síť kolagenních a elastických vláken, mezi nimi vazivové a tukové buňky
- Nejvíce tuku v podkožním vazivu na břiše

### Kožní deriváty

- vznik rohovatěním pokožky = keratinizace; vlasy, obočí, vousy, chlupy, nehty
- nehty – vyrůstají z lůžka v kůži; tělo nehtu (viditelná část) – z odumřelých buněk
- vlasy a chlupy – husí kůže (obránná reakce těla, aby se zima nedostala na pokožku), růst 2 – 6 let (vypadnutí => 50 – 100 vlasů/den) – růst o 1,25 cm/měsíc; nejvíce vlasů blondatí (120 000), bruneti (100 000)

### Stavba chlupu (vlasu)

- Vlasový folikul (vchlípenina epidermis)
- Vlasová cibulka – vyživována vlasovou papilou na bázi
- Kolem folikulu a cibulky vlasová pochva
- Mazová žláza
- Vzpřimovač chlupu

### Typy chlupů

- Lanugo (primární ochlupení)
  - Narůstá ve 4. a mizí v 7. měsíci prenatálního vývoje, někdy až do porodu, pak vypadá

- Sekundární ochlupení
  - Při porodu nebo se vyvíjí až po porodu
  - Vlasy, řasy, obočí, jemné chloupky po celém těle
- Terciární ochlupení
  - Souvisí s pubertálními změnami, objevuje se v pubertě
  - Podpaží, krajina stydká, u mužů vousy a chlupy na hrudi

### Funkce kůže

- krycí – ochrana před – vniknutím mikroorganismů, UV záření, vysušením těla, vnější vlivy
- vylučovací, termoregulační – udržování tělesné teploty člověka
- smyslové
- vytváření vitamínu D (vlivem UV záření)

### Termoregulace

- průměrná teplota 36/37
- teplokrevní = homoiotermní = endotermní, nejnižší teplota ráno, nejvyšší kolem 5. hodiny odpoledne
- největší producenti tepla – játra, svaly
- udržení tepla – svalový třes (volní svalová činnost), cévy pod kůží se stáhnou, omezení průtoku -> menší ztráta tepla, omezení pocení, zvýšení produkce tepla játry
- ochlazování – pocení, rozšíření cév, sálání, vedení, proudění
- horečka – nad 37,5, reakce na infekci, cca 42 nastává úpal, člověk je schopen fungovat do 25
- **Řízení tělesné teploty** – řízeno z hypothalamu – centrum termoregulace (ovlivňováno z mozkové kůry) - ústředí řízeno vegetativními nervy (informace z receptorů pro chlad a teplo)
- Z termoregulačního ústředí informace vedeny do hypofýzy – ovlivňuje funkci štítné žlázy (thyroxin) a nadledvin (kortisol)
- Selhání regulačních mechanismů – podchlazení (hypotermie), přehřátí (hypertermie)
- zvýšení tělesné teploty dochází při infekci nebo jiných chorobných stavech, nazýváme horečka, vyvolávají ji pyrogeny – mění řízení tělesné teploty, potlačují antipyretika (Aspirin, Acylpyrin) – potlačují vznik pyrogenů a tím snižují horečku

### Postižení kůže

- albinismus – porucha tvorby melaninu => červené oči, růžová kůže, 1 ze 17 000 lidí
- leucismus – nepřítomnost melanocytů, barevné oči (u zvířat bílá srst)-> zaměňován s albinismem
- vítligo – příčina nejasná, autoimunní choroba, napadení melanocytů leukocyty, ochromení tvorby pigmentu => mléčně bílá ložiska na kůži; 1 – 4% všech ras, genetické predispozice, spouštěcí faktory (stres), nelze definitivně vyléčit
- lupénka – autoimunní choroba, chronický zánět kůže -> nadměrná tvorba kožních buněk, které nestíhají rohovatět, 2-3% evropské populace
- opar – infekce herpes virem => projev při oslabení imunity, druhy: rtu, genitálií a pásový opar -> zánět nervů
- bradavice – infekce papilomaviry, inkubační doby 4 týdny až 2 roky
- aft – drobné vřídky v ústní dutině
- puchýře – kapsa mezi vrstvami kůže vyplněna tkáňovým mokem, spálení, otláčení



- strie – porucha elasticity kůže
- celulitida – působením estrogenu, nahromadění tukové tkáně, 80% žen
- akné – kožní zánět ve vývodech mazových žláz, zvýšená tvorba mazu -> propinibacterium acnes -> pomnožení, zánět -> uzavření zrohovatělými buňkami -> hromadění mazu
- popálení
  - příčiny: chemikálie, el. proud, vysoká teplota
  - druhy: 1. stupeň (zčervenání, bolestivost), 2. stupeň (puchýře – střední část škůry – popálenina hluboko), 3. stupeň (nekróza, necitlivost – nervová zakončení zničena)

### Podotázky:

- 1) Funkce vylučovací soustavy
- 2) Stavba jednotlivých částí vylučovací soustavy, embryonální původ
- 3) Tvorba moči (filtrace, zpětná resorpce)
- 4) Choroby ledvin a močových cest
- 5) Stavba, funkce a řízení činnosti ledvin
- 6) Stavba a funkce kůže, embryonální původ
- 7) Vylučování odpadních látek kůží
- 8) Termoregulace a nervové řízení tělesné teploty
- 9) Kožní deriváty
- 10) Onemocnění kůže

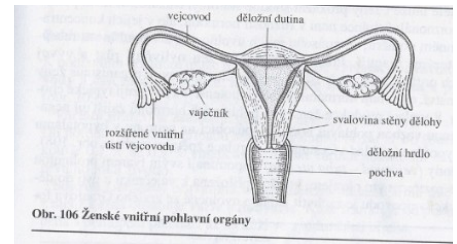
### Odborné pojmy:

- nefron
- erythropoetin
- Henleova klička
- primární moč
- osmoregulace
- hemodialýza
- papilární linie
- pyrogeny
- melanin
- keratin

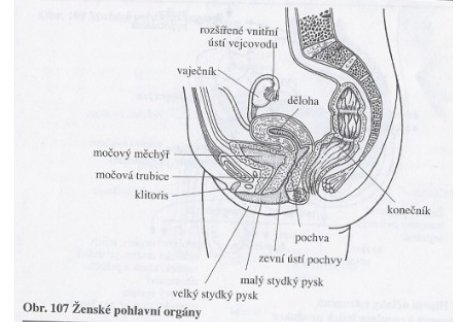
## MO č. 25 - Rozmnožovací soustava

### 1. Stavba a funkce rozmnožovací soustavy ženy – primární pohlavní znaky

- **Funkce:**
  - Tvorba (oogeneze) a zrání vajíček
  - Produkce ženských pohlavních hormonů
  - Uskutečnění pohlavního styku
  - Umožňuje vývoj oplozeného vajíčka
- **vaječníky**
  - párová pohlavní žláza, velikost vlašského ořechu, zavěšen na širokém děložním vazu
  - produkce: vajíčka – pohlavní buňky, vznik zárodků při nitroděložním vývoje, produkce od pohlavní dospělosti do menopauzy; estrogen
  - stejně jako varlata se po 30 roce zmenšují
- **vejcovody**
  - párová trubice, 10 cm, řasinkový epitel, dochází zde k oplození = fertilizace (čín)
- **děloha**
  - místo vývoje plodu, části: dno, hrdlo (poševní sekret), čípek (koncová část hrdla)
  - v těhotenství až po bránici
  - napárová, svalová, dutá
  - sliznice – endometrium – mění se v průběhu cyklu
- **pochva = vagína**
  - elastická trubice z hladké svaloviny, délka 5 – 7 cm
  - produkce hlenu (poševní vchod) – kyselé prostředí -> antibakteriální účinky
  - deflorace = odstranění panenské blány (slizniční řasa překrývající poševní otvor)
  - spojuje vnitřní a vnější pohlavní orgány
  - topořivé útvary v klitoris
- **pojmy**
  - velké a malé pysky (stydké), klitoris = poštěváček
  - hráz = svalový val mezi konečníkem a zbytkem



Obr. 106 Ženské vnitřní pohlavní orgány

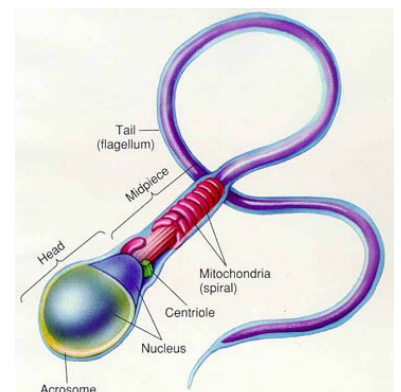
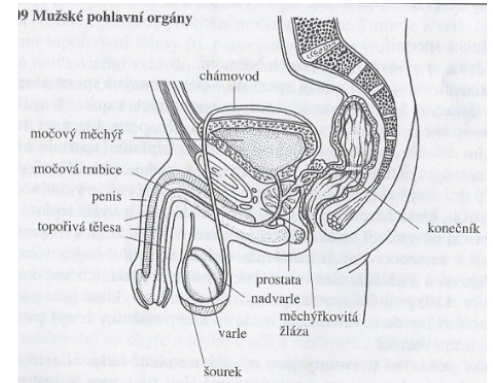


Obr. 107 Ženské pohlavní orgány

### 2. Stavba a funkce rozmnožovací soustavy muže – primární pohlavní znaky

- **pohlavní orgány: vnitřní – varlata, nadvarlata, chámovody, semenné váčky, předstojná žláza, vnější – pyj, šourek**
- **fce – tvorba mužských pohlavních buněk, hormonů a uskutečnění pohlavního spojení**
- **varlata (testes)**
  - párová pohlavní žláza, velikost švestky, v šourku (váček z vrásčité kůže)
  - produkce: testosteronu, spermií (pohlavní buňky, tvorba trvá asi 75 dní, vznik při 34°C, začínají se tvořit od 13 let, produkce se ve stáří klesá)
  - spermie
    - **hlavička** – jádro (23 chromozomů), akrozom = enzymy umožňují průnik do vajíčka
    - **krček** – mitochondrie (zdroj energie)
    - **bičík** – pohyb (3mm/min.)
  - kryta vazivovým obalem (šourek) -> proniká dovnitř a tvoří lalůčky (= semenotvorné kanálky) vystlané zárodečným epitelem -> vznikají spermatocyty -> meióza -> 4 haploidní spermie
  - Leydigovy buňky = produkují androgeny (mužské pohlavní hormony – testosteron), jsou mezi semenotvornými kanálky
  - výživu spermií zajišťují Sertoliho buňky

19 Mužské pohlavní orgány



- sestoupení do šourku do 8 měsíců nitroděložního vývoje (=> kriptorchismus = nesestoupení varlat -> neplodnost – chirurgická náprava)
- max. hmotnost a výkonnost mezi 20 – 30 rokem
- na průřezu – semenotvorné kanálky – nachází se zde spermatogonie
- kastrace - eunuch
- **nadvarlata (epididymis)**
  - párové – horní pól varlete
  - spirálově stočené kanálky, zadržování zralých spermií (až 40 dní) – poté se rozloží a vstřebají se
  - sekret -> pohyblivost spermií
  - vyprázdnění 3 – 4 ejakulace -> naplnění 2 dny
- **chámovody**
  - kanálky, délka 40 cm, spojení nadvarlat a močové trubice
  - jsou na nich semenné váčky (zadní strana močového měchýře) – sekret (ústí do koncového úseku chámovodů) -> životnost a pohyblivost spermií
- **předstojná žláza = prostata**
  - hladká svalovina + prostatické žlázy – zásaditý sekret -> přežití spermií v kyselém prostředí pochvy
  - zbytnění -> potíže s močením (ve stáří – protože obemývá počátek močové trubice)
- **močová trubice**
  - společný orgán pro VS a RS, průchod ejakulát (směs spermií a sekrety, 3 ml), obalena topořivým tělesem => erekce
- **penis**
  - **žalud** – rozšíření na konci - kryt předkožkou – žlázy => hladké stahování přes žalud, obřízka -> odstranění předkožky, důvody: náboženské, zdravotní, 20 % populace (muslimové, židé, Američané, Afričané)
  - **erekce** – 3 topořivá tělesa (2 kavernózní tělesa a spongiózní těleso) => prázdné dutiny -> erekce způsobena naléváním krve do dutin
- **pojmy:**
  - **potence** – schopnost dostatečné erekce
  - **erekce** – ztopoření penisu
  - **ejakulát** - výron spermatu (3 ml), spermie a semenná plazma, 100 – 300 000 000 spermií
  - **poluce** = mimovolný výron ejakulátu („mokrý sny“)
  - **fertilita** = plodnost
  - **koitus** = pohlavní styk (penilně – vaginální styk)

### Sekundární pohlavní znaky

- hormonálním působením v průběhu dospívání vznikají u ženy a muže odlišné znaky
- sekundární pohlavní znaky
  - prsa žen, vousy mužů, odlišný typ ochlupení
  - rozdíly v mohutnosti kostry a svalstva (typická lebka a pánev)
  - duševní rozdíly

### 3. Řízení rozmnožovací soustavy

- Muži – látkové (liberin a statin (vysílány hypothalamem) spouštějí produkci folikulo-stimulačního hormonu (FSH) a lutenizační hormon (LH), které stimulují produkci testosteronu ve varlatech) a nervové (parasymptikus a symptikus, penis dále inervován i motorickými a senzorickými vlákny z křížové míchy)
- Ženy – látkové (hypothalamus produkuje hormony, které stimulují hypofýzu, která produkuje FSH, LH a prolaktin – FSH stimuluje folikul (následuje produkce estrogenu), LH a prolaktin stimulují žluté tělísko (produkce progesteronu) – estrogen a progesteron působí na dělohu) a nervové (symptikus a parasymptikus, klitoris inervován obdobně jako penis)

### 4. Oogeneze, spermatogeneze

- **spermatogeneze** – probíhá ve varleti
  - výchozí buňky – spermatogonie (2n), mitoticky se množí, rostou a mění se ve velké primární spermatocyty (2n) - > z každého vznikají po 1. dělení meiózy -> 2 sekundární spermatocyty (n) a po 2. meiotickém dělení 4 spermatidy (n)
  - spermatidy ztrácejí cytoplazmu a mění se ve zralé spermie
  - spermie
    - hlavička – DNA, akrozom (modifikovaný lyzozom obsahující hydrolytické enzymy a proteázy – penetruje zonu pellucidu)

- střední část – mitochondrie (ATP pro pohyb)
- bičík
- **oogeneze** – probíhá ve vaječniku
  - výchozí buňky oogonie (2n), mitoticky se množí, rostou a mění se ve velké primární oocyty (2n) -> ty se mnohonásobně zvětší a intenzivně hromadí výživné látky -> proběhne 1. dělení meiózy a vzniká první velký haploidní sekundární oocyt a jedno haploidní pólové tělísko (v druhé fázi meiózy se také dělí) -> po 2. meiotickém dělení vzniká ze sekundárního oocytu jeden velká zralý oocyt, mění se na zralé vajíčko a druhé pólové tělísko
  - množení oogonií začíná během 2. a končí v 5. měsíci prenatalního vývoje, konec množení a růstu oocytů končí zhruba v 3. měsíci po narození
  - poté se zrání zmrazí a pokračuje až po hormonálních impulzech v pubertě
  - druhé meiotické dělení probíhá až po oplození!
  - V době narození cca 400 000 primárních oocytů, uzraje cca 400

## 5. Ovulační a menstruační cyklus

- menstruace = periodicky se opakující krvácení v rámci menstruačního cyklu
- ovulace = uvolnění zralého vajíčka z vaječniku
- cykly – od puberty, perioda asi 28 dní, změny v produkci pohlavních hormonů (řízeno tropnými hormony – FSH, LH, estrogen, progesteron)
- **ovulační cyklus** – změny vaječníků
  - folikulární a luteální fáze
  - **folikulární fáze** – ve vaječnících se rozvíjí a roste zárodečné buňky (oocyty) -> vlivem hormonů (FSH, LH) => Graafův folikul (váček ochraňující zrající vajíčko), buňky tvořící Graafův folikul produkují estrogen, velikost folikulu před opuštěním má 10 – 15 mm, 12. až 15. den po menstruaci je z folikulu uvolňováno zralé vajíčko = ovulace, k uvolnění je potřeba zvýšené množství FSH a LH
  - **luteální fáze** – vzniká žluté tělísko, které vzniká po ovulaci na místě Graafova folikulu, tělísko produkuje (asi 10 dní) pohlavní hormony – především progesteron (dojde – li k otěhotnění je tělískem progesteron produkován do 6. měsíce těhotenství), pokud nedojde k otěhotnění nastupuje znovu folikulární fáze
- **menstruační cyklus** – změny děložní sliznice
  - **menstruační fáze** – začíná odloučením a odstraněním děložní sliznice => pokud není oplozené vajíčko => krvácení (menstruace), začátek krvácení je prvním dnem, od kterého se počítá trvání fází, menstruace trvá 3 – 5 dní
  - **proliferační** – konec menstruace => regenerace, růst děložní sliznice (pomocí estrogenu a progesteronu), probíhá 5. – 12. den od začátku cyklu
  - **sekreční fáze** – kypření a překrvování děložní sliznice (estrogen z Graafova folikulu a poté progesteronu ze žlutého tělíska, probíhá 12. – 27. den, vajíčko se uvolňuje mezi 12. – 15. dnem
  - **ischemická fáze** – pokud vajíčko není oplozeno, žluté tělísko zaniká -> klesá produkce pohlavních hormonů => stažení svaloviny a cév, zastavení přívodu krve se živinami a kyslíkem => odumření => menstruace, trvá 24 hodin
- LH (luteinizační hormon) a FSH (folikulostimulační hormon) – růst folikul => gonadotropní hormony => ovlivňují činnost pohlavních žláz a produkci estrogenu (např. estradiol) a progesteron (gestagen)
- estrogen = růst děložní sliznice

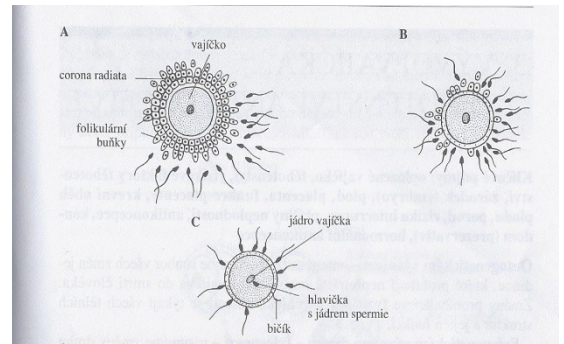


- progesteron = zkyprění děložní sliznice

## 6. Oplození, gravidita, porod

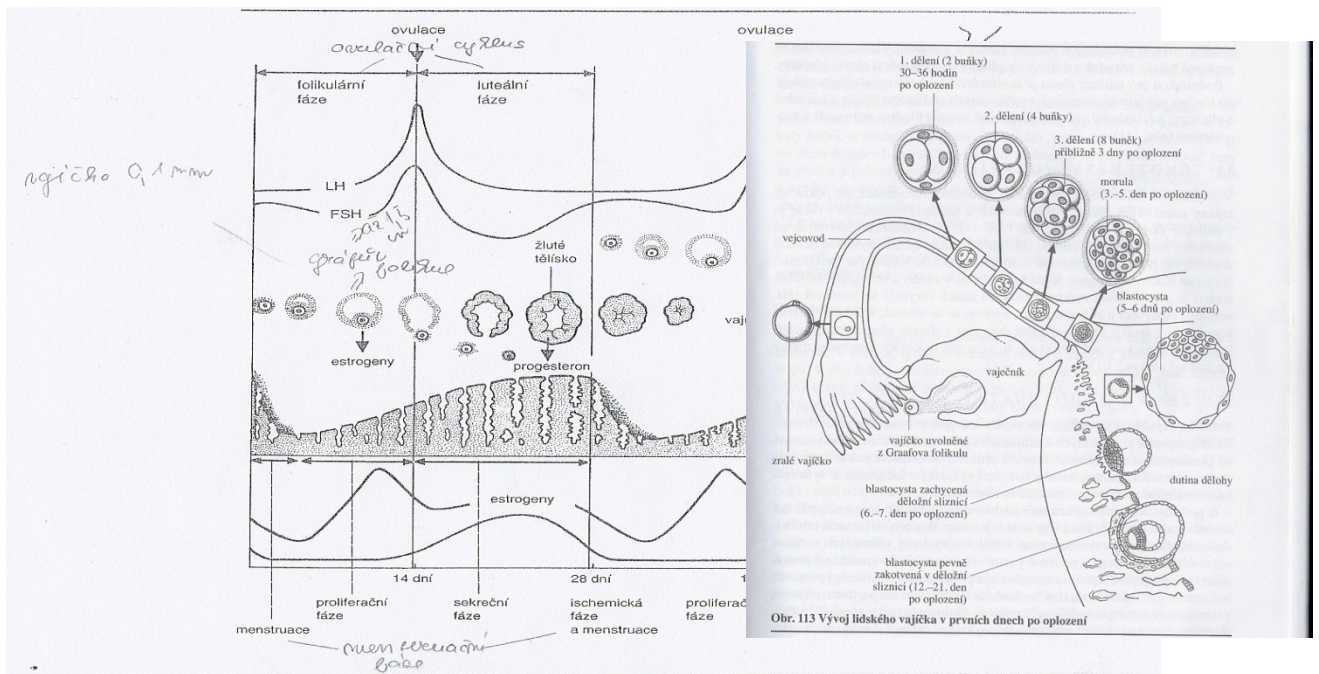
### - oplození

- o **ovulace** - vajíčko (životnost 12 – 24 hodin), 3 dny ve vejcovodu, spermie (životnost 1 – 6 dnů v ženském pohlavním ústrojí)
- o **kapacitace** = fyziologické změny spermie, aby byla schopna oplodnit vajíčko, dochází k ní při styku se sekretem vejcovodů -> lepší pohyblivost, schopnost proniknout obaly vajíčka, trvá 1 den, schopnost chemotaxe a termotaxe
- o vajíčko po uvolnění z Graafova postupuje vejcovodem do dělohy, v případě, že není oplozeno, zaniká, k oplození dochází zpravidla ve vejcovodu
- o **zóna pelucida** = glykoproteinový obal vajíčka, selekce spermií, zábrana polyspermie, akrozomální reakce -> akrozom = čepička plná enzymů na hlavičce spermie -> rozpustí zónu pelucidu
- o **corona radiata** = zbytkové folikulární buňky okolo vajíčka
- o spermie se dostávají do kontaktu s vajíčkem přibližně za 30-60 minut po ejakulaci, hlavička s jádrem spermie pronikne povrchovými strukturami vajíčka a okamžitě splývají jádra spermie a vajíčka → vzniká oplozené vajíčko (dalším spermii je do oplozeného vajíčka znemožněn) = zygota
- o oplozené vajíčko se dělí již při průchodu vejcovodem během prvních 24 hodin, dále se dělí cca 2x za den, 4. den od oplození se dostává vajíčko do dělohy již jako morula tvořena 16 nebo 32 buněk (popř. jako blastocysta složená ze 64 buněk a připomínající dutou kouli)
- o 5.-6. den dochází k zanoření (uchycení, nidaci) vajíčka do děložní sliznice, do konce 3. týdne je již bezpečně přichyceno -> vajíčko se postupně mění v zárodek a následně v plod, v těsné vazbě na rozvoj placenty
- o podmínkou pro udržení plodu je dostatečná hladina pohlavních hormonů, uvolňovaných ze žlutého tělíska a následně z placenty
- o zygota (oplozené vajíčko) -> morula (hodně buněk) -> blastocysta (kritický počet buněk, buňky cestují) -> gastrula (buňky se vchlipují dovnitř) -> embryo -> plod
- o in vitro fertilizace (IVF) - odběr vajíček (oocytů), jejich oplození mimo tělo ženy (in vitro), a přenesení (transfer) vzniklých embryí do dutiny děložní



### - gravidita

- o pokud dojde k oplození, zastaví se menstruační cyklus
- o těhotenství začíná zachycením oplozeného (rozrýhovaného) vajíčka zbytnělou děložní sliznicí
- o počátek těhotenství je možno prokázat lékařským vyšetřením (zvýšená hladina estrogenů v moči)
- o zvyšuje se hmotnost těla ženy, velikost, prokrvení a citlivost prsů, objevuje se nevolnost, v ústech zvláštní kovová chuť apod.
- o plod uložen v plodových obalech a plodové vodě
- o výměna látek mezi matkou a dítětem přes placentu – krev se ale nemísí (látky se filtrují přes stěny cév) – dítě je psojeno s placentou pupeční šňůrou



- o objem děložní dutiny se s růstem plodu výrazně zvětšuje -> zvyšuje hmotnost matky
- o rizika v těhotenství: zarděnky, záření (včetně rentgenového), některé léky, alkohol, cigarety a drogy, dědičné choroby (pohlavní choroby, AIDS, poruchy krevní srážlivosti), toxoplazmóza, sport, prudké pohyby atd.
- o délka těhotenství: 10 lunárních měsíců po 28 dnech, 40 týdnů

## - porod

- o = ukončení těhotenství (nitroděložního vývoje), kdy plod jeví známky života
- o vyvolávání mechanickými a hormonálními vlivy (oxytocin – vyvolává kontrakce hladkých svalů dělohy)
- o příprava na porod od prvních porodních bolestí trvá několik hodin, samotný porod (od otevření krčku dělohy nejčastěji hlavičkou plodu trvá 10 – 30 minut)
- o po porodu je za cca 30 minut vyloučena placenta, ztráta 200 – 400 ml krve, vyvinutost plic plodu -> plíce vylučují látku, která působí na matku -> POROD
- o obnova děložní sliznice po porodu, obnovení menstruace -> šestinedělí
- o donošený plod (38. – 40. týden), nedonošený plod (28. – 38. týdne)
- o index donošenosti plodu – přerůstající nehty, sestouplá varlata, velké pysky přesahují malé, bez lanuga, sací a polykací reflex, váha > 2,5 kg, délka > 0,5 m při porodu
- o prenatální vyšetření – ultrazvuk, amniocentéza (=vyšetření plodové vody – chromozomů), odběr choriových klků (okolo 6. týdne)
- o apoptóza = programovaná buněčná smrt => oddělení prstů

## 7. Potrat, interrupce, antikoncepce

### - samovolný potrat

- o končí jím víc než 10% těhotenství, časný do (12. týdne), pozdní (do 28. týdne)

### - miniinterrupce

- o do 45. dne (do 55. u žen, které již rodily), v celkové anestezii, dilatace (rozšíření) kanálu děložního hrdla
- o podtlakové vysání plodu, revize dutiny děložní => kyretáž

### - interrupce

- o od 45. dne do 12. týdne
- o nejlépe do 8. týdne, od 9. týdne plod uchycen, nelze odsát

### - rizika – neschopnost otěhotnět, donosit dítě, psychické poruchy

### - antikoncepce

- o antikoncepce = biologické, mechanické a chemické (hormonální) metody, které dovolují intimní styk mezi mužem a ženou a brání těhotenství
- o sterilizace
- o mužské antikoncepční metody
  - bariérová antikoncepce – zabraňuje kontaktu spermií s vajíčkem, kondom (prezervativ) – ochrana před přenosem pohlavních chorob
  - přerušovaná soulož
- o ženské antikoncepční metody
  - hormonální antikoncepce a antikoncepčně používané chemické prostředky
  - nitroděložní tělíška (brání uhnízdění vajíčka v děloze)
  - bariérová antikoncepce (pesar)
  - přirozené metody pro plánované rodičovství (plodné x neplodné dny)

## 8. Pohlavní choroby a prevence

### - chlamydie

- o onemocnění bakteriálního původu, přenosné pohlavním stykem a kapénkami
- o léčí se antibiotiky, příznaky: vředy na genitáliích, pálení při močení, bolestivý pohlavní styk
- o důsledky: při neléčení -> neplodnost, zápal plic

### - kapavka

- o nejčastější přenos pohlavním stykem, léčba antibiotiky
- o příznaky: zánět pohlavních a vylučovacích orgánů, výtok z vagíny, pálení při močení, neléčení vede k neplodnosti

### - syfilis

- o bakteriální původ, přenášení pohlavním stykem
- o příznaky: vředy na pohlavních orgánech, horečky, léčba penicilínem
- o při neléčení selhání dalších orgánů -> smrt, rozpadání kožní tkáň

### - trichomoniáza

- původce prvok bičenka poševní (žije v pochvě a močové trubice), léčba antibiotiky
- postihuje zejména ženy, přenos pohlavním stykem, pomáhá HIV viru
- výtoky a potíže s močením

#### - genitální opar

- virový původ, přenos pohlavním stykem, příčiny: fyzické a psychické
- příznaky: opary na genitáliích

#### - rakovina prostaty

- projevy: potíže při močení, únava, slabost, úbytek na váze
- léčba: chirurgický zákrok, chemoterapie

#### - záněty močové trubice „cystitida“

- původcem bakterie *Escherichia Coli*, příznaky: potíže s močením, zvýšená teplota, léčba antibiotiky

#### - kandidóza

- původcem nepravá houba (kvasinky), typy: vaginální mykóza
- příznaky: svědění, pálení; léčba: léky, kosmetika pro intimní hygienu

#### - AIDS = syndrom získané imunitní nedostatečnosti

- způsobuje virus HIV, přenos pohlavním stykem, tělními tekutinami, z matky na plod
- virus HIV napadá T – lymfocyty -> ztráta imunity, projevení po dlouhé době
- příznaky: ze začátku podobné chřipce, neustálá horečka, těžké průjmy

### 9. Prenatální ontogenetický vývoj člověka

#### - před narozením dítěte

- **1. rýhování vajíčka** – začíná 30 – 36 hodin po oplození (rýhování probíhá synchronizované 2x denně), =opakovaná mitóza zygoty => morula (už kritický počet buněk) => blastocysta (přeskupují se buňky, vzniká dutina, prorazí zónu pelucidu, jde ven samotné vajíčko) => nidace = uhníždění vajíčka

- z prapůvodních žaberních oblouků -> chrupavka a jazylka
- morulu tvoří 16 nebo 32 buněk -> nastává nidace = zanoření se vajíčka do dělohy

#### - 2. embryonální vývoj – vývoj obalů

- zárodek obklopen plodovou vodou v amnionu, alantois a chorionu (zárodečné obaly)
- amnion – z embrioblastu - vnitřní část, chorion – z trofoblastu
- vývoj placenty, končí 7 týdnem těhotenství, zárodek je 3 cm velký, vzhled lidského těla

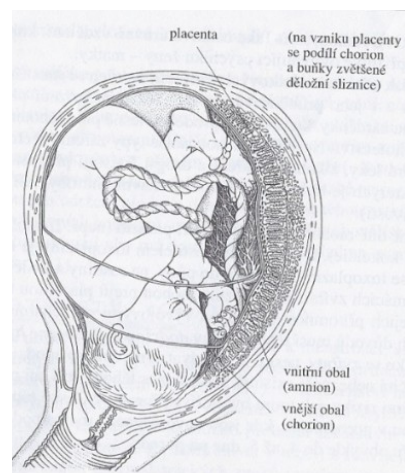


#### - 3. fetální vývoj (foetus = plod)

- souběžně s vývojem plodu se vyvíjí placenta

##### ○ placenta

- formuje se z klků vnějšího plodového obalu (chorionu)
- bezprostředně kolem zárodka a plodu vytváří ochrannou vrstvu – plodovou vodu (chrání velmi pohyblivý plod před nárazy a infekcemi a podílí se na termoregulaci)
- placenta zajišťuje pro plod funkce plic, trávicí soustavy a jater
- oboustranný průnik plynů, krev matky a plodu se nemísí, pupečník – 50 cm
- zajišťuje veškerou výživu plodu – základní živiny, voda, vitamíny, anorganické soli, ..., prolínání kyslíku do krve plodu, z krve plodu do krve matčiny – CO<sub>2</sub> + močovina, zplodiny metabolismu, tvorba hormonu: somatotropin



(růst) a choriogonadotropin (zajišťuje žluté tělísko v činnosti a produkuje progesteron – zastaví menstruaci), od 4. měsíce produkuje estrogen a progesteron – když se v moči ženy objeví choriogonadotropin = je těhotná

- srdce začíná pracovat 21 po oplození
- placenta: matčina část (mohutné cévy) a část plodu (vlásečnice), mezi částmi je prostor kam zasahují placentální (choriové klky) -> zasahují do výměny látek
- trvá asi 40 týdnů (10 lunárních měsíců)
- **etapy:** rýhování vajíčka, zárodečné období, plodové období



➤ **zárodečné období**

- začíná oplozením, trvá 8 týdnů, možný samovolný potrat
- virové onemocnění matky nebo určité léky mohou zárodek nenávratně poškodit
- **1. měsíc** – nidace, tvorba obalů, diferenciace buněk a vytvoření základních soustav (NS, TS, oběh), vznik placenty, koncem 1. měsíce není zárodek podobný člověku, ale má společné rysy se zárodky savců (ocasní část, žaberní oblouky)
- **2. měsíc** – zárodek dostává lidskou podobu, tvoří se obličej

➤ **plodové období**

- od 9. týdne do konce těhotenství, plod má tvar lidského těla, růst a vývoj orgánů začíná fungovat, před porodem často poloha podélná hlavičkou dolů

- **těhotenství – 10 lunárních měsíců, 280 dnů, 40 týdnů**

- 1. embryo – 1. a 2. měsíc (pak už plod), základy pro oči, uši, nos, prsty, vyvíjí se srdce
- 2. embryo nabývá zřetelnějšího lidského tvaru, amnion kolem plodu, funkční krevní oběh, základy pro vývoj vnitřních orgánů
- 3. plod – chrupavčitý základ kostry, vývoj pokladních orgánů, 9 cm
- 4. chybí podkožní tukový polštář, růst nehtů a vlasů, osifikace
- 5. rozvoj nervové soustavy, lanugo (osrstění, bílé chloupky)
- 6. rozvoj plic a sluchu, při porodu možná záchrana
- 7. rozvoj smyslů, zvrásněný povrch kůže
- 8. rozvoj mozku, mizí lanugo, tvorba podkožního tuku, sestup varlat
- 9. tvorba podkožního tukového polštáře, dozrání soustav
- 10. kůže kryta mázkem

**10. Postnatální ontogenetický vývoj člověka**

- **novorozenec (1 – 28 dní)**

- opuštění dělohy -> velké změny, nutná přizpůsobení -> k tomu dědičně vybaven:
  - dýchání – plodová voda v plicích se během porodu vstřebá a prvním vdechem se plíce rozepnou a dítě začne samostatně dýchat
  - samostatný krevní oběh – přestávají pracovat pupečnickové cévy, odděluje se plicní oběh od tělního
- krk neunesse velkou hlavu, nekoordinovaná NS, neostré vidění, zhoršený sluch -> zcela závislé na péči okolí – prostředky k upoutání pozornosti: křik, pláč, úsměv)
- silně vyvinuté vrozené chování (instinkty, reflexy) – sací, polykací, úchopový, úlekový, pátrací reflex, kýčání, kašláni, mrkání

- **kojenec (do 1 roku)**

- saje mléko a spí, kojení – nejvhodnější způsob výživy (lehké strava, citové pouto)
- mateřské mléko – mění se stářím dítěte, je přizpůsobeno jeho potřebám, nelze překrmit, obsahuje protilátky
- vysoké tempo růstu, zvýšení pohyblivosti, změna tělesných proporcí, formování prohnutí páteře, pokračuje kostnatění kostry
- v ½ roce se prořezávají první zuby

- **batole (1 – 3 roky)**

- zpomalení růstu, ztráta baculatosti, zdokonalení psychických dovedností (řeč, myšlení)
- větší možnost úrazu, vytváří se osobnost dítěte, konkrétní myšlení, snaha se prosadit
- osvojení hygienických návyků, pozorování a napodobování dospělých
- pozdraví, poprosí a poděkuje, první projevy vzdorů, začíná se zajímat o své vrstevníky

- **předškolní věk (3 – 6 let)**

- zvědavost (množství otázek), představivost, fantazie
- touha po pohybu, jednoduché společenské hry, samostatnost

- **školní věk (6 – 11(15) let)**

- prořezávání trvalého chrupu, schopnost soustředění (psaní, čtení, počítání, kreslení)
- rozšiřuje se slovní zásoba, konkrétní myšlení je nahrazeno abstraktním
- intenzivní kamarádství, srovnání se v kolektivu, sebevědomí a důvěra v sebe

- **dospívání (12 – 18 let)**

- přechod mezi dětstvím a dospělostí, puberta (12 -15 let) a adolescence (15 – 18 let)
- počáteční zrychlení růstu a dovršení definitivní výšky

- **pubertální změny:**
  - tělesné změny (chlapci od dívek), funkčnost pohlavních orgánů
  - citové a duševní změny, odlišné projevy chování obou pohlaví
  - procesy řízení pohlavním hormony, kontrola CNS
  - cílem je přeměna dětí v biologicky zralé muže a ženy
  - dívky: puberta začíná průměrně o 2 roky dříve než u chlapců, vývoj prsů (10 – 13 let) ukládání podkožního tuku, ochlupení podpaží a v okolo zevních pohlavních orgánů, první menstruace (estrogeny)
  - chlapci – zvýšená hladina testosteronu, zvětšení zevních pohlavních orgánů + ochlupení, zvýrazňují se svaly, ubývá tuk, růst vousů, mutování
- období sebe uvědomování, hledání vlastního já, touha po nezávislosti, vysoká míra kritičnosti vůči dospělým, hledání smyslu života
- tělesná dospělost a pohlavní citění je v rozporu s neukončeným vzdělávacím procesem a nevyspělostí společenskou a psychickou
- biologická dospělost – po ukončení vzrůstu a dozrání pohlavních žláz, společenská – ukončení vzdělání a vlastní zaměstnání, psychická – individuální
- právní – 18 let (ČR)

## - dospělost

- plná dospělost (18 – 30 let), zralost (30 – 45 let), střední věk (45 – 60 let)
- **plná dospělost** - vrchol fyzických sil, volba povolání, životního partnera, založení rodiny
- **zralost** – první známky stárnutí, pokles fyzické zdatnosti, mění se funkčnost některých orgánů (vitální kapacita plic)
- příčina stárnutí:
  - předem naprogramovaný povel v buňce ke své smrti (apoptóza)
  - genetické faktory, závisí na fyzické a duševní aktivitě a životním stylu
  - cvičení, pestrá strava, nekuřáctví, abstinence -> tlumí proces stárnutí
  - konec 40. roku života -> nejtvořivější etapa života (kariéra)
- **střední věk** – ženy (pokles pohlavních hormonů – menopauza (klimakterium) = konec plodného období), muži (žádné výrazné změny, pokles hladiny hormonů je pozvolný)

## - stáří

- většina změn pozvolná, pravidelná rovnoměrná námaha pomáhá udržet výkonnost a oddaluje úbytek svalových vláken
- viditelné změny – šedivění, kůže ztrácí pružnost, horší zrak, sluch
- stárnutí napomáhá – sedavé zaměstnání, málo pohybu, zakouřené prostředí, nevhodná strava a stres

## Podotázky:

- 1) Stavba a funkce rozmnožovací soustavy ženy, embryonální původ
- 2) Stavba a funkce rozmnožovací soustavy muže, embryonální původ
- 3) Řízení rozmnožovací soustavy
- 4) Oogeneze, spermatogeneze, oplození
- 5) Ovulační a menstruační cyklus
- 6) Rýhování a vývoj oplozeného vajíčka
- 7) Gravidita, porod, funkce orgánů dělohy
- 8) Potrat, interrupce, antikoncepce
- 9) Pohlavní choroby a prevence
- 10) Prenatální a postnatální ontogenetický vývoj člověka

## Pojmy:

- **sekundární pohlavní znaky** - hormonálním působením v průběhu dospívání vznikají u ženy a muže odlišné znaky
- **prostata** – žláza v pohlavním ústrojí muže
- **ejakulace** – uvolnění ejakulátu (spermie + sekret)
- **Sertoliho buňky** – buňky varlat zajišťující výživu spermií
- **steroidní hormony** – hormony jejichž základem je steroid
- **lanugo** – bílé ochlupení v průběhu prenatálního vývoje plodu
- **Graafův folikul** – váček ochraňující zrající vajíčko
- **Nidace** – zahnízdění embrya v děloze
- **Placenta** – orgán zajišťující v průběhu těhotenství výživu plodu matkou

- **IVF metoda** – *metoda umělého oplodnění*

## 26. Smyslová soustava člověka

### Podotázky:

- 1) Význam smyslových orgánů pro člověka
- 2) Receptorové buňky, jejich rozdělení a funkce
- 3) Zrakové ústrojí
- 4) Sluchové ústrojí
- 5) Rovnovážné ústrojí
- 6) Choroby ušní a oční
- 7) Chuťové ústrojí
- 8) Čichové ústrojí
- 9) Hmatové ústrojí
- 10) Nervová centra smyslových orgánů

### Odborné pojmy:

- **Proprioreceptor** = smyslový receptor, který vnímá polohu a pohyby jednotlivých částí těla, napětí svalů, šlach
- **Nociceptory** = receptory bolesti
- **Perilymfa** = tekutina vyplňující prostor mezi kostěným a blanitým hlemýžděm vnitřního ucha
- **Cortiho orgán** = soubor struktur v přepážce hlemýždě vnitřního ucha. Nejdůležitější součástí jsou vláskové buňky (sluchové receptory), v nichž dochází k převodu mechanické energie zvukových vln na elektrický signál.
- **vestibulární orgán** = rovnovážný (statokinetický) orgán
- **akomodace** = zaostřování oka na různé vzdálenosti
- **žlutá skvrna** = místo nejostřejšího vidění, největší soustředění fotoreceptorů (čípků)
- **rhodopsin** = červené oční barvivo v tyčinkách, které se rozpadá na světle na retinal + opsin
- **krátkozrakost** = vidění na krátkou vzdálenost, obraz vzniká před sítnicí, na spravení se používá rozptylka
- **daltonismus** = gonozomálně recesivní nemoc (X), postižený nepozná rozdíl mezi červenou a zelenou barvou

## 1) Význam smyslových orgánů pro člověka

- Informace o okolním světě získává člověk i ostatní živočichové za pomoci smyslových orgánů, čidel. Čidla zachycují z prostředí podněty mechanické, chemické, tepelné a elektromagnetické.
  - o Čidlo má tři části:
    - receptory (ty se dále dělí)
    - dostředivou nervovou dráhu (spojení receptoru s mozkem)
    - korovou část (rozbor podnětů)
- Smyslové buňky mají zvláštní funkci a vyznačují se vysokou citlivostí vůči některým podnětům.
- Receptorové buňky (buňky s vysokou dráždivostí) neboli **receptory** převádějí energii podnětů (zvláště takzvaných podnětů adekvátních - reakce s velkou citlivostí) z vnějšku v nervovou aktivitu, kam se kóduje a přenáší informace o kvalitě, intenzitě, místě a době trvání podnětu.
- Vědomá smyslová zkušenost o okolním světě se nazývá (vědomý) **smyslový vjem**. U některých receptorů v průběhu působení podnětu dráždivosti ubývá - tomuto jevu se říká **adaptace**.
- Existují různé způsoby třídění receptorů:
  - o Podle umístění člověk (a některé jiné organismy) má:
    - **interoreceptory**, které zaznamenávají změny uvnitř těla (**visceroreceptory** – změny ve vnitřních orgánech)
    - **exteroreceptory** - získávají informace o vnějším světě
    - **proprioreceptory** zachycují změny v pohybové soustavě, změny napětí ve svalech a šlachách
  - o Podle typu podnětů se receptory rozdělují:
    - **mechanoreceptory** - podnět vydává mechanická deformace zakončení nervových buněk
    - **fotoreceptory** - podnětem světelné záření
    - **chemoreceptory** - podnětem chemická látka
    - Dále známe ještě receptory citlivé na chlad či teplo (**termoreceptory** - kůže) a také na bolest (**nociceptory** - kůže, vnitřní orgány)

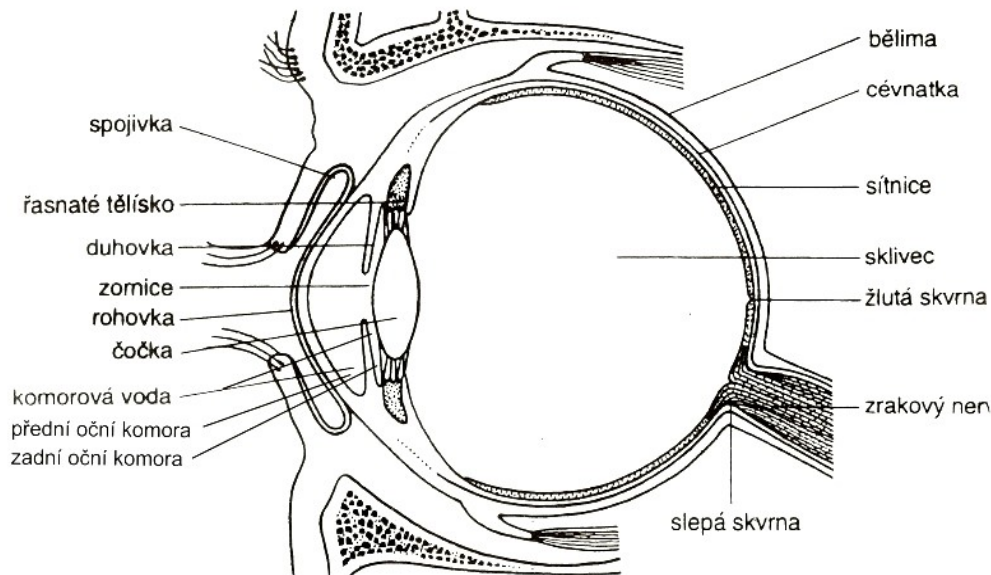
## 2) Receptorové buňky, jejich rozdělení a funkce

- Podle typu podnětů se receptory dělí na:
  - o **Mechanoreceptory** - citlivost na mechanické dráždění (např. hmat, sluch)
  - o **Chemoreceptory** - podnětem chemická látka, (např. čich, chuť)
  - o **Fotoreceptory** - podnětem světelné záření (světlo)
  - o **Termoreceptory** - receptory citlivé na chlad či teplo (v kůži, v hypotalamu)
  - o **Nociceptory** - receptory citlivé na bolest (volná nervová zakončení)

## 3) Zrakové ústrojí

- pro člověka nejdůležitější smysl
- získáváme jím nejvíce informací z okolí (až 80%)
- dokážeme sledovat pohyb, barvy a tvary
- Typ receptorů: exteroreceptory – fotoreceptory (vnímají elektromagnetické vlnění v rozsahu vlnových délek asi 400 – 750 nm)
- Vznik – z procencephalonu → oční pohárek, z ektodermu → čočka a sítnice
- z optického hlediska je oko složitá lomná soustava, tvořící na sítnici převrácený, skutečný, zmenšený obraz okolí
- **Zrakový orgán – oční koule**
  - o uložena v očníci (=orbital)

- obalena tukovým obalem, který může mizet i přibývat
- stěnu tvoří 3 vrstvy nad sebou
  - povrchová vrstva – bělima, rohovka
  - střední vrstva – duhovka, řasnaté těleso, cévnatka
  - hluboká vrstva – sítnice
- vyplněna sklivcem



## POVRCHOVÁ VRSTVA

### **Bělima**

- pokrývá 4/5 povrchu, drží tvar oka
- bílá vazivová blána tvořící vnější vrstvu oka
- vpředu přechází v průhlednou rohovku
- povrch rohovky je chráněn tenkou vrstvou slz
- děti – namodralá, dospělost – mléčně bílá, stáří – nažloutlá

### **Rohovka**

- první oční čočka (ve středu oka je silná pouze 0,5 mm, u bělimy má sílu 1 mm)
- nepravidelné zakřivení – astigmatismus
- pokrývá 1/5 povrchu
- průhledná, bez cév

## STŘEDNÍ VRSTVA

### **Cévnatka**

- tvoří střední vrstvu oční koule, 2/3 plochy
- je bohatě protkaná cévami, velké množství pigmentu → hnědočervená
- v přední části vybíhá v duhovku a řasnaté tělísko

### **Duhovka**

- tvar mezikruží
- z hladkého svalstva s otvorem – **zornice** (panenka, *pupila*)
- rozděluje přední a zadní komoru oka
- zabezpečují **zornicový reflex** (stahování x roztahování zornice) - díky hladké svalovině
- pigmenty v duhovce určují barvu oka (množství a hloubka určují barvu) x albinismus

## **Řasnaté tělísko**

- převážně hladká svalovina
- odstupuje z něj duhovka
- zajišťuje zavěšení a akomodace čočky
- zúžování zornice (inervace parasymptikem)
- bohaté cévní řečiště – výživa řasnatého tělesa a produkce komorové tekutiny

## **HLUBOKÁ VRSTVA**

### **Čočka**

- spojná, bikonvexní, průhledná, elastická, bez cév, dvojnadvypuklá
- zavěšena na řasnatém tělísku
- optická mohutnost 17-20 dioptrií
- akomodace čočky – vyklenutí → zaostření ... při akomodaci se zplošťuje → vidění do dálky

### **Sklivec**

= viskózní tekutina, která vyplňuje prostor mezi čočkou a sítnicí

- při poranění vyteče, je nahrazen **komorovou vodou**
- soustřeďuje světelné paprsky na sítnici, udržuje nitrooční tlak
- vyplňuje sklivcovou komoru
- tvoří se v embryonálním vývoji
- nemá schopnost regenerace

### **Sítnice**

- hladká a průhledná
- tyčinky
  - o 120 mil.
  - o Reagují na množství světla, ne na kvalitu
  - o obsahují červené oční barvivo rhodopsin - na světle se rozpadá na retinal (derivát vit. A) + opsin (bílkovina) → opět syntéza zpět (nedostatek vit. A – šeroslepost)
  - o Ve tmě větší koncentrace rodopsinu → adaptace na tmu
- čípky
  - o 7 mil.
  - o jejich největší hustota je v centru sítnice = **žlutá skvrna**
  - o v místě, kde do oka vstupuje oční nerv (nejsou tam žádné tyčinky ani čípky) = **slepá skvrna**
  - o reagují na kvalitu světla
  - o 3 druhy čípků:
    - 415 – 440 nm → modrá barva
    - 520 – 540 nm → zelená barva
    - 550 – 570 nm → červená barva
    - drážděním všech tří se stejnou intenzitou – vjem bílého světla
- Vrstva bipolárních buněk – převod vzruchů
- Vrstva gangliových buněk – výběžky buněk dají vznik zrakovému nervu

### **Oční komory**

- Přední a zadní jsou vyplněny komorovou tekutinou (tvoří se za vnějším okrajem duhovky v řasnatém tělese, zaplňuje zadní oční komoru, odtud teče mezi duhovkou a čočkou k zornici (otvor uprostřed duhovky), vytéká dopředu do přední oční komory a odtéká jemným pletivem komorového úhlu (úhel mezi rohovkou a duhovkou) do cév)
- Přední – rohovka x duhovka
- Zadní – duhovka x čočka



- Sklivcová

### **PŘÍDATNÉ ORGÁNY OKA**

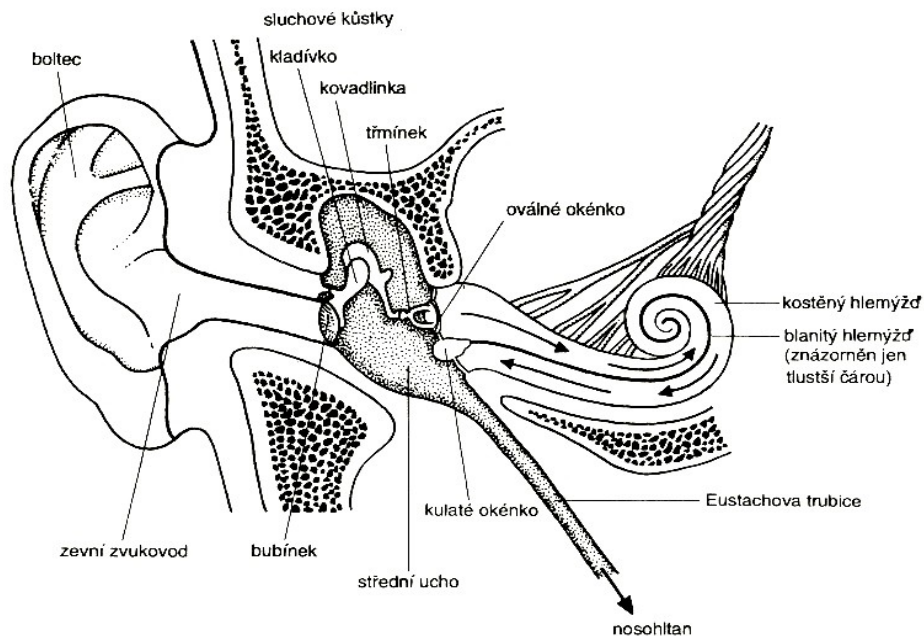
- Očnicové svaly, vazivový aparát, víčka, spojivka, slzný aparát, obočí
- **očnicové svaly**
  - o 4 přímé oční svaly, horní šikmý sval oční, dolní šikmý sval oční – zaj. postavení a pohyb očních koulí (inervace z III., IV. A VI. Mozkového nervu)
  - o šilhání – odchylky v pohybu očí kvůli různé délce svalů (=strabismus)
- **oční víčka**
  - o uzavírají ocnice → chrání oko
  - o na vnitřní straně kryta spojivkou
  - o mrkání → zvlhčování oka slzami
- **slzný aparát**
  - o slzné žlázy + odvodné slzné cesty
  - o slzná žláza – v zevním obvodu očnicového stropu, produkce slz → ochrana, zvlhčování a omývání rohovky,
  - o odvodné cesty – slzné jezírko – slzní vak → slzovod (2,5 cm dlouhý, ústí do dolního průchodu nosního pod dolní skořepou)
- **spojivka**
  - o pokrývá vnitřní stranu víček a bělimu až k okraji rohovky
  - o **spojivkový vak** – mezi spojivkovým a očním listem, ústí do něj slzné žlázy
- **obočí** – ochrana před stékajícím potem

### **VNÍMÁNÍ SVĚTLA, BAREV...**

- viditelné světlo (400 – 750 nm... přibližné hodnoty)
- zaostření – změnou tvaru čočky (akomodací) – dáno kontrakcí/relaxací řasnatého tělesa
- ve stáří klesá schopnost akomodace – dáno ztrátou pružnosti čočky (vzniká tak stařecká dalekozrakost)
- prostorové vidění – obrazy z obou očí se překrývají, každý z obrazů je z „jiného úhlu“ = **binokulární**
- zrakový nerv – kříží se v oblasti pod středním mozkem, kříží se vlákna z nazálních částí sítnice, ze spánkových polovin se nekříží
- trichromatické vidění – vidíme všechny 3 barvy
- absence 1 druhu vidění → dichromatické vidění

## **4) Sluchové ústrojí**

- Sluch má pro člověka obrovský význam, vnímáme jím nejen zvuky a umožňuje nám prostorovou orientaci, ale je také důležitý pro dorozumívání (mezidruhovou komunikaci). Poskytuje nám také estetické zážitky a příjemné zvuky, tóny nás mohou i uklidňovat.
- vlastní receptory patří mezi **mechanoreceptory**
- **vznik**
  - o ektoderm – zevní ucho, sluchový váček, blanitý labyrint
  - o mezoderm – kostěný labyrint, sluchové kůstky
  - o entoderm – epitel bubínkové dutiny
- nejcitlivější lidský smysl – rozsah 16 – 20 000 Hz (Hz = počet kmitů za sekundu, decibel = intenzita zvuku)
- sluch zaznamenává **zvukovou energii** (šíří se jako vlna zhušťování a zředování molekul – podélné kmitání)
- změna polohy a pohybu hlavy jsou zaznamenávány **vláskovými buňkami vestibulárního orgánu**



**ODDÍLY UCHA:** zevní, střední, vnitřní

### ZEVNÍ UCHO

- **Ušní boltec**
  - o funguje jako trychtýř - slouží k zachycování a vedení zvuků
  - o je vyztužen elastickou chrupavkou
  - o tvar ušního boltce je dědičný
- **Zevní zvukovod**
  - o součást vnějšího ucha
  - o trubice asi 2,5cm dlouhá
  - o chráněn řasinkovým epitelem + chloupky
  - o množství drobných žláz + tukové žlázy → ušní maz (lepkavý, zlatožlutá-žlutá barva, ochrana zvukovodu)
  - o uzavírá jej bubínek
- **Bubínek**
  - o Odděluje zevní od středního ucha
  - o Eliptický – kruhový tvar
  - o tloušťka je průměrně 0,1mm
  - o zesílení zvuků: velká plocha bubínku → přenos na plochu nepoměrně menší
  - o střed bubínku mírně vtažen proti dutině středního ucha – nabývá prohloubeného tvaru

### STŘEDNÍ UCHO

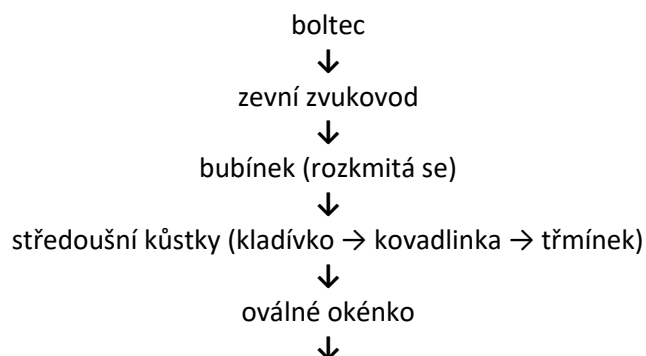
- v dutině bubínkové kosti skalní
- od vnějšího ucha oddělená bubínkem, od vnitřního kostěnou přepážkou s kulatým a oválným okénkem
- dutina je vyplněna vzduchem
- **Eustachova trubice**
  - o Pojuje středoušní dutinu s nosohltanem
  - o Cca 3,8 cm dlouhá
  - o Vyrovnání tlaku vzduchu na obou stranách bubínku
  - o Sliznice tvořena víceřadým řasinkovým epitelem
  - o Z nosohltanu se sem také nejčastěji dostávají bakterie (zvláště u malých dětí – nemají ji ještě zcela vyvinutou, je u nich širší)
  - o **Sluchové kůstky**
    - Převod kmitů bubínku na vnitřní ucho

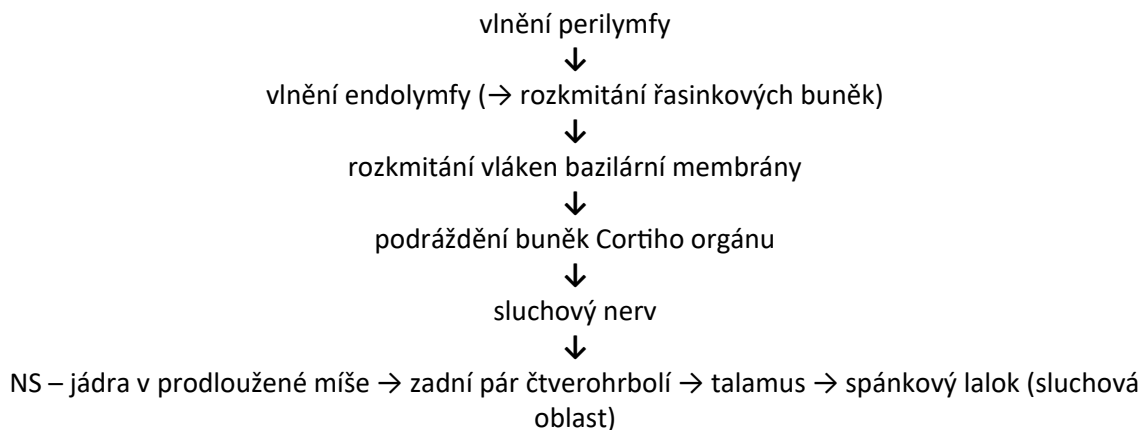
- **Kladívko** – první ze tří na sebe navazujících a zmenšujících se kůstek (vznikly přeměnou žaberních oblouků, jsou to nejmenší kůstky v těle), které převádí chvění bubínku do kapaliny ve vnitřním uchu, tyto kůstky mají za úkol zesílení kmitů; kladívko je přirostlé k bubínku a na druhé straně je spojeno kloubem s kovadlinkou
- **Kovadlinka** – tvoří prostřední článek mezi kladívkem a třmínkem
- **Třmínek** – nejmenší ze tří sluchových kůstek, zasazen do oválného okénka vnitřního ucha
- třmínkový sval a napínač bubínku chrání kůstky před poškozením nadměrným hlukem

## VNITŘNÍ UCHO

- v kosti skalní
- tvořeno kostěným labyrintem, ve kterém je uložen blanitý labyrint a blanitý hlemýžď
- **Kostěný labyrint**
  - Tvořen předsíní hlemýžděm a 3 polokruhovými chodbami
  - **Předsíň** – malá dutina, od dutiny bubínkové oddělena tenkou kostěnou přepážkou s dvěma okénky
  - **Oválné okénko** – nasedá na něj třmínek
  - **Kruhové okénko** – uzavřeno vazivovou blánou, k odrušení kmitání
  - **Kulaté okénko** - součást vnitřního ucha, slouží k vyrovnání tlaku v hlemýždi (pohybuje se v protisměru okénka oválného)
  - **Hlemýžď** – v levém uchu levotočivý, v pravém pravotočivý; 2,5 otáčky
  - **Polokruhové chodby** – orientovány ve třech na sebe kolmých rovinách (nejsou totožné se třemi hlavními rovinami těla), chodby připojené na předsíň, jeden z konců rozšířen v ampulu; v chodbách nejsou statolity, změnou polohy hlavy dochází pohybem endolymfy k ohybu řasinek → signál do mozku
- **Blanitý labyrint**
  - v kostěném labyrintu, vyplněn endolymfou
  - mezi blanitým a kostěným labyrintem perilymf
  - blanitý labyrint fixován systémem vazivových trámčů
  - epitel obsahuje statické smyslové buňky (neuroepitel) s osinkovými výběžky
  - nad osinkovými buňkami tenká vrstva gelovité substance, tzv. otolitová blanka, při jejím povrchu je v epitelu velké množství aragonitových krystalků (statolity, otolity, statoconia) → při pohybech hlavy mění krystaly polohu → mechanicky dráždí osinky smyslových buněk → podráždění je vedeno statickým nervem do mozku
- **Cortiho orgán**
  - tvořen baziliární blankou, na ní vláskovité buňky - k nim se připojuje jedna z větví sluchověrovnovážného nervu → dochází zde k akčnímu potenciálu

## PŘENOS ZVUKU:





## 5) Rovnovážné ústrojí

- Rovnovážný receptor
- Jedná se o vestibulární (statokinetický) orgán, který vnímá polohu, rovnováhu nebo třeba pohyb (→ mozeček)
- Slouží k udržování rovnováhy v klidu (rovnováha statická) nebo v pohybu (rovnováha dynamická).
- Rovnovážný receptor je součástí vnitřního ucha (blanitého labyrintu uloženého v kostěném labyrintu). Skládá se ze dvou váčků - vejčitého (utriculus) a kulovitého (sacculus) a také tří polokruhovitých, na sebe kolmých kanálků.
- Rovnovážný receptor pracuje s receptorovými vláskovitými buňkami v rosolovité hmotě (krystalky  $\text{CaCO}_3$  = otolity), jsou uloženy v endolymfě
- Gravitační síla nebo síly působící při zrychlení pohybu vychylují tuto rosolovitou hmotu proti vláskovým buňkám → při ohýbání vlásků se stimuluje činnost receptorových buněk
- Vzruchy jsou vedeny přes VIII. hlavový nerv až do mozečku
- Činnost tohoto statokinetického orgánu si uvědomujeme jen za určitých situací (mořská nemoc, pocit nevolnosti z jízdy autem...)
- **Statické čidlo – otolitické orgány**
  - Registrace polohy (vláskové buňky, podpůrné buňky, gelová vrstva, otolity)
  - v kulovitém, vejčitém váčku a v ampulách
- **Kinetické čidlo**
  - Registrace pohybu (reakce na úhlové zrychlení)
  - V polokruhových chodbách
  - Epitel řasinkový – registrace změny ohybu řasinek
  - Reguluje začátek a konec rotace, zrychlení a zpomalení

## 6) Choroby ušní a oční

### Poruchy sluchu:

- **nedoslýchavost** - příčinou může být zánět středního ucha, ucpaní zvukovodu nebo třeba poškození Cortiho ústrojí (srůstem vlásků v blanitém hlemýždi), poškození sluchového nervu nebo mozku
- **hluchota** - příčinou třeba těžké poškození Cortiho ústrojí, nervových drah nebo mozku.

### Poruchy zraku:

- **slepota** – vrozená/vzniká v důsledku poranění nebo chorobných procesů, nejčastěji zasažena rohovka – dá se transplantovat
- **dalekozrakost** - špatně vidí do blízka, obraz vzniká za sítnicí, řeší spojky
- **krátkozrakost** - špatně vidí do dálky, obraz vzniká před sítnicí, řeší rozptylky
- **astigmatismus** nejasné vidění, nerovnoměrné zakřivení rohovky, řeší cylindrická čočka (usměrňuje pouze některé světelné paprsky, kompenzuje tak cylindrický tvar čočky)
- **zelený zákal** (glaukom) – důsledek dlouhodobého zvýšení nitroočního tlaku → vliv na čočku, nervová vlákna sítnice, může dojít ke ztrátě zraku
- **šedý zákal** (katarakta) - zakalení čočky do mléčně žlutobílé barvy, možné odstranit čočku operací a voperovat novou nitrooční čočku
- **stařecká dalekozrakost (presbyopie)** – obraz rozmazaný jako v případě dalekozrakosti, ztráta akomodační schopnosti čoček, řeší bifokální čočka
- **diabetická retinopatie** – kapiláry se „rozpadají“, krev se dostává do okolní tkáně
- **senilní degradace žluté skvrny** – „opotřebení“, snižuje se dodávka kyslíku a živin, tkáň degraduje
- **barvoslepost** – dána geneticky, chybí některý z druhů čípků
- **tupozezrakost** – jedno z očí se nevyvíjí správně a je slabozraké
- **šilhání** – narušena/zcela chybí koordinace okoohybných svalů
- **poruchy přídatných orgánů:** zánět spojivek (z prudkého osvětlení), ječné zrno....

## 7) Chuťové ústrojí

- chuťové receptory v **chuťových pohárcích** - chemoreceptory, registrují chemické látky v kapalném skupenství
- chuťové pohárky jsou soudečkovité útvary uložené v slizničním epitelu v jazyka, měkkého patra, zadní stěny hltanu, epiglottis
- **4 vjemy chuti:** sladká (špička jazyka), slaná (okraj), kyselá (okraj blíž ke kořeni), hořká (kořen)
- na chuti se podílí i čich (při rýmě ztrácí jídlo chuť)
- citlivost receptorů je různá podle látky
- podílí se na činnosti trávicí soustavy – reflexní vylučování slin, žaludeční a pankreatické šťávy
- **poruchy:**
  - o **ageuzie** – úplná ztráta chuti
  - o **hypogeuzie** – částečná ztráta chuti

## 8) Čichové ústrojí

- oproti živočichům je čich u člověka méně významný smysl než zrak a sluch
- citlivější než chuť (ale je to velmi individuální)
- čichové receptory (chemoreceptory) ve sliznici dutiny nosní – horní část, vlákna prochází čichovou kostí a pokračují jako čichový nerv do korové oblasti
- fyziologický mechanismus rozlišování různých vůní není dostatečně znám, pravděpodobně různé kombinace dráždění receptorů různých typů
- vysoká citlivost čichu na sirné sloučeniny
- *7 základních pachů: kafr, pižmo, květinová vůně, kořenitá vůně, éterická vůně, čpavý a hnilobný zápach – jejich kombinací vznikají vůně*
- čich se velmi rychle adaptuje – po určitém čase snížení citlivosti na podnět při delším dráždění receptorů (i u nepříjemného pachu), ale práh pro ostatní čichové podněty se nemění → adaptuje se JEN na ten konkrétní podnět
- I. hlavový nerv – čichový → do čichových center v koncovém mozku
- **Poruchy:**
  - o **Anosmie** – úplná ztráta čichu
  - o **Hyposmie** – snížená ostrost čichu

- **Parosmie** – zkreslení čichového vnímání

## 9) Hmatové ústrojí

- hmatové receptory jsou uloženy především v kůži a ve sliznicích vnitřních orgánů
- pomocí receptorů vnímáme tlak, teplo, chlad a bolest
- **Termoreceptory** (*vnímání chladu a tepla*)
  - Termoreceptory jsou velmi jednoduchá volná zakončení nervových buněk. Nejvíce jich máme v obličejové části pokožky a na hřbetech rukou, nejméně jich je umístěno v kůži zad.
  - Dělíme je na dva typy:
    - tělíska vnímající teplo - jsou uloženy hlouběji v kůži - **Ruffiniho tělíska**
    - tělíska vnímající chlad, tlak - je jich 8x více než tepelných, jsou uloženy povrchově - **Krauseova tělíska**
- **Nocireceptory** (*zaznamenávají bolestivé podněty*)
  - Nocireceptory reagují na látky uvolňované poškozenými tkáněmi, vnímají bolest (poskytují informace o ohrožení nebo poškození organismu).
  - Nacházejí se v oblasti kůže a vnitřních orgánů.
  - Citlivost receptorů se narozdíl od chemoreceptorů nesnižuje ani při delším působení podnětů (trvalá bolest zubů, chronické záněty...).
  - Podněty pro bolesti jsou různých druhů: mechanické, chemické, tepelné, elektrické. Pocity bolesti bývají provázeny projevy jako pocení, zblednutí... - vyvolávají reakci úniku od škodlivého podnětu.
- **Kožní čidla** (*souhrn mechanoreceptorů, termoreceptorů a nocireceptorů*)
  - Při kombinované činnosti těchto receptorů jsme schopni vnímat hladkost, drsnost, vlhkost, tvrdost, svědění či třeba suchost
  - Hmat – **Wagner – Meissnerova tělíska**
  - Tlak, vibrace – **Vater – Pacciniho tělíska**
  - Napětí – **Golgi – Mazzoniho tělíska**
  - Tlak – **Merkelovy terče**

## 10) Nervová centra smyslových orgánů

- centra jsou v mozkové kůře předního mozku
- **Receptor → dostředivá dráha → mozkový kmen → talamus → příslušná korová centra**

| Smyslový orgán | Čidlo                 | Receptory                              | Příslušné korové centrum                                     |
|----------------|-----------------------|--|--|
| Zrak           | Oko                   | Světločivné buňky                      | V týlním laloku koncového mozku                              |
| Sluch          | Ucho                  | Sluchové buňky                         | Ve spánkovém laloku koncového mozku (rovnováha – mozeček)    |
| Chuť           | Jazyk                 | Chuťové pohárky                        | V temenním laloku koncového mozku                            |
| Hmat           | Kožní čidla           | Receptory pro vnímání tlaku, chladu... | V temenním laloku koncového mozku                            |
| Čich           | Sliznice dutiny nosní | Čichové buňky                          | Čichový lalok na spodní ploše čelních laloků koncového mozku |

## MO č. 27 – Oběhová soustava člověka

### Funkce:

- o zajištění oběhu krve po těle
- o rozvádí živiny, dýchací plyny a hormony – fce transportní
- o termoregulace
- o imunita
- o homeostatická funkce
- síla způsobující pohyb krve je vytvářena rytmickými stahy srdce
- krev se pohybuje v uzavřené cévní soustavě-> tepny a žíly jsou spojeny prostřednictvím menších cév v jeden uzavřený celek
- dva krevní oběhy- velký (tělní) a malý (plicní)
- **malý (plicní) oběh:** pravá komora -> plicní kmen, z něj se větví plicní tepny (pravá a levá → větví se, krev bez O<sub>2</sub>) -> síť vlásečnic, v plicních sklípcích dojde k okysličení - > 4 plicní žíly (pravá a levá horní a dolní)-> levá síň
- **velký (tělní) oběh:** levá síň -> přes dvoucípou chlopeň do levé komory -> aorta (srdečnice) ->
  - o oblouk aorty: 2 věnčité tepny, 3 velké tepny - levá podklíčková (hrudník + ruka), levá krkavice (hlava), kmen hlavopažní (pravá podklíčková, pravá krkavice)
  - o sestupná aorta: oddíl hrudní, oddíl břišní
    - > 2 tepny kyčelní
    - > větví se v tepénky, které se větví ve vlásečnice, ty rozvádějí krev do těla, kde dochází k předávání látek a plynů a přebírání zplodin ze tkání, kde dojde k odkysličení; vlásečnice se spojují v žilky a žíly -> horní a dolní dutou žilou se krev vrací do pravé síně
- ve velkém oběhu rozlišujeme několik obvodů: vrátnicový (shromažďuje krev, která prochází trávicí soustavou), ledvinný, horní a dolní systémový (zahrnuje mozek, svaly, kůži, žlázy a další orgány) a srdeční (životně důležitý, vytváří ho věnčité – koronární cévy, zajišťuje zásobování srdečních svalových buněk)
- viz sešit 12 a 13

### Tělní tekutiny

- roztoky anorganických a organických látek, cca 60% hmotnosti těla
- základní složkou je voda - tělo obsahuje v průměru asi 53 % vody- v buňkách 2/3 objemu, mimo buňky 1/3
- 2 typy tekutin:
  - o *mimobuněčná tekutina (extracelulární)*- glukóza, ionty, mastné kyseliny, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>; rozlišuje se na dva velké oddíly- mezibuněčnou tekutinu (tkáňový mok) a tkáňovou tekutinu (míza=lymfa, krev)
  - o *nitrobuněčná tekutina (intercelulární)*- K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> (méně než extracel.)

### Tkáňový mok

- omývá buňky
- distribuce dýchacích plynů, živin a zplodin metabolismu
- bez tělísek a téměř bez bílkovin
- spolu s krví tvoří vnitřní prostředí organismu – homeostáza (stálost vnitřního prostředí)
- pokud se hromadí, otékají tkáně



- průhledný

### Míza (lymfa)

- vznik z tkáňového moku
- podobná plazmě, ale chudší na proteiny, zejména v okolí střev je bohatá na tuky
- při průchodu mízními uzlinami se obohacuje o lymfocyty
- odvádí tuky tuky ze střev

### Krev (Sangius)

- červená, neprůhledná kapalina
- muži 5,5 litrů, ženy asi o 1 l méně (7%-10% hmotnosti)

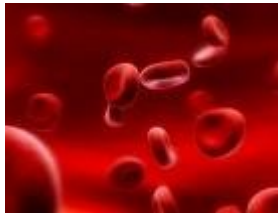
funkce:

- médium pro přenos látek (živiny, plyny, odpad metabolismu, hormony, ...)
- homeostáza
- termoregulace (rozvod tepla po těle)
- imunita

Složení:

- **krvní plazma**
  - o tekutá složka, 55% objemu krve
  - o průhledná, slabě nažloutlá barva
  - o 91% voda, 9% rozpuštěné látky (8% organické – glukóza, proteiny; 1% anorganické soli), ionty -  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ , pH asi 7,4
- **krvní tělíska**

#### a) červené krvinky (erytrocyty)



- 4,5 – 5 miliónů/mm<sup>3</sup> krve, 44% objemu krve - hematokrit
- malé, ploché, okrouhlé, bezjaderné buňky, uprostřed ztenčené
- obsahují hemoglobin (červené krevní barvivo; obsahuje  $\text{Fe}^{2+}$ , přenáší plyny, váže se na něj kyslík za vzniku oxygenhemoglobinu)
- tvoří se a dozrávají v kostní dřeni (erythropoéza), asi po 120 dnech zanikají ve slezině nebo játrech, jsou enzymaticky rozloženy
- Anémie neboli chudokrevnost je soubor příznaků, při kterém je v krvi snížený počet červených krvinek (erytrocytů) a množství krevního barviva

#### b) bílé krvinky (leukocyty)



- pravé buňky (mají jádro), nemají stálý tvar
- 5 – 9 tisíc/mm<sup>3</sup> krve, počet kolísá (např. při infekcích)

- vznikají v kostní dřeni, další vývoj např. v brzlíku
- různě dlouhá životnost
- zánik – v tkáních (hnis), slezina, játra, mízní uzliny
- *diapedéza (extravasace)* - schopnost prostupovat tkání (stěnou cév)
- *fagocytóza* (pohlcení a zlikvidování patogenu)
- dělí se podle obsahu barvitelných zrníček:
- granulocyty
  - o pouze v krvi
  - o neutrofilní (50 – 70 %; fagocyty, chemotaxe = pohyb směrem za chemickým signálem)
  - o eozinofilní (1-3%; reakce na parazity – přichytí se a uvolňují látky, které je poškozují – u alergie reaguje na alergeny, fagocytóza)
  - o bazofilní (0,5%; vazodilatace- rozšiřují průměr cév; antikoagulace- zabraňují srážení krve)
- agranulocyty-
  - o nemají zrníčka, v krvi, lymfě a specializovaných lymfatických tkáních
  - o lymfocyty - T- lymfocyty (dozrávají v brzlíku)
    - B- lymfocyty (dozrávají v kostní dřeni, protilátky)
    - NK buňky (likvidují bky bez antigenu – mimo erytrocyty)
  - o monocyty – největší tělíška, požírají vše, co nemá v krvi být (fagocytóza, přeměna na makrofágy)
- Leukémie - zhoubná onemocnění krevetvorby. V kostní dřeni se nádorově změní určitá skupina bílých krvinek. Ty se vymykají kontrole organismu, množí se a poškozují organismus, neplní funkce, ke kterým byly původně určeny.

### c) krevní destičky = trombocyty

- vznik v kostní dřeni odškrcením cytoplazmy velkých buněk (megakaryocytů); nejsou to buňky, nemají jádro, žijí pár dní
- nepravidelný tvar
- 250 tisíc/mm<sup>3</sup> krve, životnost 9-12 dní
- zajišťují zástavu krvácení
- **srážení krve:**
- porušení cévy ->
  - o reakce cévy – vasokonstrikce
  - o činnost trombocytů – vytvoření trombocytové zátky
  - o srážení krve – vytvoření definitivního trombu
    - protrombin (neustále přítomný v krvi) -> trombin -> jeho účinkem se v plazmě mění fibrinogen na fibrin (vláknitý, nalepí se na stěnu) -> krevní koláč- nacytává krevní součástky, když je jich dost -> fibrin se stáhne, na povrch se vylíje krevní sérum (strup)
  - o fibrinolýza
- protisrážlivé faktory (antitrombin)- zamezují vzniku krevní sraženiny v cévách; při nedostatku dochází k ucpávání cév (trombózy, embolie)
- hemofilie = nedostatečná srážlivost krve

### Krevní skupiny (AB0 systém)

- založeny na reakci antigenu a protilátky, na jejím základě se červené krvinky shlukují
- v membráně erytrocytů je antigen (A nebo B nebo oba nebo žádný)

- v krevní plazmě je protilátka (= aglutinin anti-A nebo anti-B)
- A – 41%, 0 – 32%, B – 18%, AB – 9% (ČR)

| Krevní skupina | Aglutinogen | Aglutinin       |
|----------------|-------------|-----------------|
| Skupina A      | A           | anti-B          |
| Skupina B      | B           | anti-A          |
| Skupina AB     | A i B       | -               |
| Skupina 0      | -           | anti-A i anti-B |

### Rh faktor

- aglutinogen D, obsažený v erytrocytech, asi 85% populace
- když je přítomen - Rh<sup>+</sup>, když není Rh<sup>-</sup>
- nebezpečí v těhotenství Rh<sup>-</sup> matky a Rh<sup>+</sup> plodu (-> hemolýza plodu – novorozenecká žloutenka)

### Cévy

- 3 typy: tepny, vlasečnice, žíly

#### 1) tepny (artérie)

- o vedou krev ze srdce
- o silné, pevné, pružné stěny
- o na povrchu vazivo
- o hladká svalovina
- o endotel (vnitřní výstelka)- přímý kontakt s krví
- o postupným větvením přechází ve vlasečnice

#### 2) vlasečnice (kapiláry)

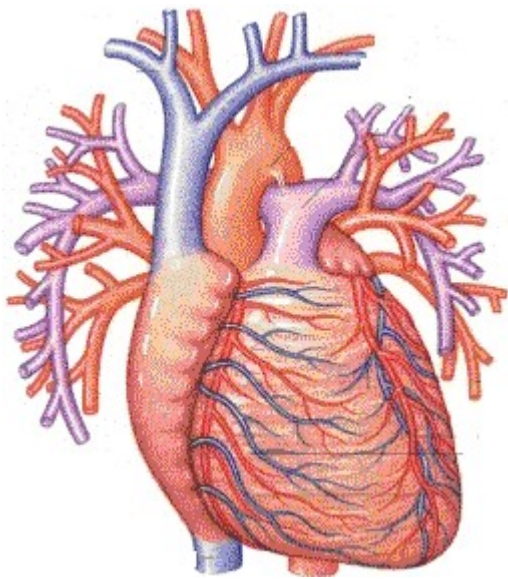
- o slouží k předávání látek do tkání a přebírání zplodin ze tkání
- o tvořeny pouze endotelem
- o jejich stěnou mohou prostupovat leukocyty do mezibuněčných prostor (diapedéza)

#### 3) žíly (vény):

- o vedou krev do srdce
- o stejná stavba jako u tepen, jsou slabší, méně elastických vláken

- o mají kapsovitě chlopně – zabraňují zpětnému toku krve
  - o 4 x nižší tlak než v tepnách
  - o Pohyb krve:
    - Stahy kosterního svalstva
    - Podtlak v hrudní dutině při vdechu
    - Gravitace (u žil výš nebo ve stejné úrovni srdce)
- srdce->tepny->tepénky(arterioly)->vlásečnice->žilky(venuly)->žilky->srdce

## Srdce (Cor, Kardia)



- nepárový, dutý, svalový orgán
- uloženo uprostřed hrudní dutiny za prsní kostí, hrot směřuje dolů, doleva, dopředu
- 260-350g
- Začíná pracovat ve 4. týdnu nitroděložního vývoje
- velikost závisí na pohlaví, trénovanosti (sportovci velká srdce s šelesty -> způsobují nedomykavost chlopní)
- kryto vazivovým osrdečníkem (perikard), který přechází v epikard po velkých cévách; mezi nimi je tekutina usnadňující pohyby srdce
- pod epikardem je vlastní srdeční svalovina myokard – jednojaderné buňky ve tvaru Y
- rozdělené svislou přepážkou na pravou a levou polovinu (mezikomorová a mezipředsíňová přepážka)
- 4 dutiny: 2 síně (atria) a 2 komory (ventriculus), vystlány endokardem
- Levá polovina srdce je má tlustší stěny – tělní oběh
- mezi síní a komorou je chlopeň, krev proudí ze síně do komory
- vlevo- dvojcípá chlopeň (valva bicuspidalis)
- vpravo- trojcípá chlopeň (valva tricuspidalis)
- Vlákna od cípových chlopní = šlašinky, chlopně drží v určité poloze **brdečkové svaly**
- do velkých cév – poloměsíčitě chlopně
- chlopně zajišťují jednosměrný tok krve
- do pravé předsíně vstupuje horní a dolní dutá žíla, do levé předsíně plicní žíly

- z pravé komory vystupuje plicní kmen, z levé komory srdečnice (aorta)
- srdce se pravidelně stahuje a uvolňuje  
stah = *systola* (krev vypuzena do tepen, trvá asi 0,3 s)  
relaxace = *diastola* (srdce se plní krví, trvá asi 0,5 s)  
*tepový objem* = objem krve, který se vypudí ze srdce při jedné systole, asi 60 - 80ml,  
*minutový srdeční objem* = při 72 tepech za minutu asi 5 litrů, při námaze až 30 - 40l
- srdce má **vlastní převodní systém** (automacie a rytmicita):
  - *síňový uzlík (nodus sinuatrialis)* – v horní části pravé předsíně při ústí horní duté žíly, převede impuls do síňokomorového uzlíku (vzruch se šíří po myokardu síní, nevodivé vazivo odděluje komory)
  - *síňokomorový uzlík (nodus atrioventricularis)* - ve stěně pravé předsíně při ústí dolní duté žíly
  - *Hissův můstek, Tawarova raménka (pravé a levé) a Purkyňova vlákna*- vedou impulsy k srdečním svalovým buňkám
  - podřízeno nervové soustavě – kardiovaskulární centrum v prodloužené míše
- **výživa srdce**- věnčité tepny (arteriae coronariae), oddělují se od aorty
- nebezpečí infarktu (záhat)

### Činnost srdce = srdeční revoluce

- 1. systola síní- cípaté chlopně otevřené, poloměsíčitě uzavřené, komory v diastole
- 2. systola komor- síně v diastole, cípaté chlopně uzavřené, otevírají se poloměsíčitě chlopně
- 3. diastola komor – odpočinková fáze, vše je relaxované, síně zůstávají v diastole, poloměsíčitě chlopně zavřené, cípaté otevřené

### Krevní tlak

= tlaková síla proudící krve působící na plošnou jednotku cévní stěny

- arteriální (tepenný) – systolický/diastolický
- průměrně 100-140/60-90 mmHg

**EKG (elektrokardiogram)**- obraz elektrické aktivity srdce; jednotlivé buňky vytvářejí akční potenciály; rozlišujeme 5 elektricky pozitivních i negativních výchylek (P, Q, R, S, T)

**Tepový objem srdce** - Objem, který se dostává ze srdce při jedné systole do oběhu (60 – 80 ml)

**Minutový objem srdce** - Objem vypuzený ze srdce za 1 minutu (4 – 5 litrů; při námaze až 30 litrů)

**Tepová frekvence** - Asi 72 tepů za minutu

### **Onemocnění CS:**

- **arterioskleróza**- nejčastější forma je arterioskleróza; v cévní stěně se ukládá tuk a cholesterol, dochází ke ztluštění a ztrátě elasticity cév, vzniká trombus (krevní sraženina) a odumírá vyživovaná tkáň (-> infarkt, mrtvice)

- **ischemická choroba myokardu**- důsledek arterosklerózy, stav zhoršeného prokrvení myokardu; pomalu se šíří vřez; příčiny: obezita, nesprávná životospráva, nedostatek pohybu, duševní vypětí, vysoký krevní tlak, kouření, nadměrné užívání léků
- **angina pectoris**- trvalá bolest na hrudníku, vzniká na základě nedokrevnosti myokardu, chronický stav pocitu „před infarktem“, doprovází ischemickou chorobu
- v důsledku ischemické choroby v naší zemi umírá 50 % lidí
- **infarkt myokardu**
- **arteriální hypertenze** – dlouhodobě vyšší tlak

## Soustava mizní

- soustava mizních cév, vznikají jako slepě zakončené kapiláry v tkáňovém moku
- mizní kapiláry jsou dostupné pro všechny látky v mezibuněčném prostoru
- sbíhají se v mizovody a ty ústí do žil
- do mizních cév se dostávají látky, které neprojdou stěnou krevních vlásečnic; jsou odváděny prostřednictvím mizních cév a mizovodu do krve

### **Oběh:**

- mizní cévy obsahují chlopně, stahem svalstva míza vytlačena vzhůru

### **Funkce:**

- odvádí přebytek tkáňového moku v podobě mízy zpět do krve (2,5-3 l denně)
- odvádí tuky (převážně triacylglyceroly) v podobě tukových kapánek z trávicí soustavy do horní duté žíly
- obranné mechanismy těla- bariéra proti šíření infekce (hlavně mizní uzliny)

## Mizní uzliny (nodi lymphatica)

- drobné „uzlíky“ v průběhu mizních cév
- Vazivové pouzdro, uvnitř retikulární vazivo
- filtrace mízy a její obohacení o lymfocyty
- kontrola mízy, co neznají, zničí
- obsahují i makrofágy

## Slezina (Lien)

- největší lymfatický orgán
- pod levou brániční klenbou (šikmo dole za žaludkem)
- má vazivové pouzdro
- dřeň (pulpa)
  - o červená dřeň- mnoho fagocytů (čistí cirkulující krev a odbourává staré erytrocyty)
  - o bílá dřeň- převažují lymfocyty („doškolení“)
- tvorba krve v prenatalním období

## Brzlík (Thymus)

- největší v dětství, postupně nahrazován tukovým vazivem
- „tvrdá škola“ T-lymfocytů (buněčná imunita)

## Mandle

- Krční
  - o Tvoří protilátky – lokálně proti infekci
- Nosní

- o Poškození ⇒ chronická infekce

## Appendix

### Imunitní systém

- schopnost organismu bránit se proti cizorodým látkám (antigenům) a patogenům
- 2 typy:
  - o **Nespecifická - vrozená**
- obrana proti všem patogenům
- kůže, kyseliny v žaludku, sliny, slzy, ochranný hlen, řasinkové buňky
- přirozená bakteriální fauna odpuzuje ostatní bakterie
- fagocyty (neutrofilů, monocytů, makrofágy)- pohlcují choroboplodné mikroorganismy, mrtvé buňky a jejich částice
- interferony- proteiny navozující antivirový stav (brání vstupu virů do buňky-> vážou se do pórů buňky -> vir se tam nemůže dostat)
- zánět (soubor imun. a fyziologických dějů; reakce na poškození, popř. vstup infekční částice; rubor, tumor, calor, dolor), hnis
- pyrogeny- vznik v mozku, způsobují zvýšenou teplotu (lépe funguje imunitní systém)
  
- o **specifická**
- lymfocyty – hledají v krvi částice, ty které neznají, zničí
- antigen – substance, proti níž se vytváří protilátka; chemicky je antigen velká molekula bílkoviny nebo polysacharidu, vzhledem k tělesným tkáním je obvykle cizorodé povahy; když se dostane do těla, vyvolá v lymfocytech tvorbu protilátek, které ho zničí
- patogen (částice, která škodí) -> specifická imunitní reakce
- protilátky – bílkoviny patřící do skupiny globulinů = imunoglobuliny
- rozpoznání antigenu:
  - o povrchové receptory
    - MHC I – prezentace vytvořených proteinů
    - MHC II – prezentace částí fagocytovaných buněk/látek (buňky imunitního systému)
- B- lymfocyty- látková imunita (humorální)
- rozpoznání patogenu, proliferace (= namnožení) -> tvorba protilátek
- vznik v kostní dřeni, dozrávají v uzlinách
- na membránách imunoglobuliny M – vazba při setkání s antigenem – antigen je endocytován a části vystaveny na MHC II
- v mízních uzlinách zkontroluje T<sub>H</sub>-lymfocyt – pokud jde opravdu o cizorodou látku, dovolí mu se množit a „vylepšit“ Ig na Ig E
- jedna část vzniklých buněk (plazmatické buňky), aktivní stádium B-lymfocytů reaguje na antigen tvorbou protilátek (Ig E), které se objeví volně v krvi, kde likvidují antigeny a patogeny
- z druhé části lymfocytů se stávají paměťové buňky; při dalším vniknutí téhož antigenu nebo patogenu do organismu se díky imunologické paměti vytvářejí protilátky rychleji a ve větším množství
- T- lymfocyty- netvoří protilátky, ale přímo zneškodňují cizorodé buňky
- buňku „potkají“, rozpoznají, donutí k apoptóze (buněčná sebevražda)
- omezují nádorové bujení
- odvrhují transplantované orgány (štěpy)



- regulují imunitní odpověď B-lymfocytů
- vznikají v kostní dřeni, dozrávají v thymu
- kostní dřeň, brzlík = primární lymfoidní tkáň
- sekundární lymfoidní tkáň = lymfatické uzliny, slezina, mandle
- T – lymfocyty
  - o T<sub>H</sub> – lymfocyty – kontrolují MHC a IgM, podnět k množení B- lymfocytů, informují o zánětu
  - o T<sub>C</sub> – lymfocyty – cytotoxické – po kontrole MHC I mohou donutit buňku k apoptóze
  - o T<sub>S</sub> – lymfocyty – supresorové – brzdí imunitní reakce

### **Poruchy:**

- Imunodeficita – snížená rezistence
- Alergie – patologická reaktivita (při imunitních reakcích může vzniknout přecitlivělost, zvláštním druhem je alergie)
- Autoimunitní choroby (roztroušená skleróza, Crohnova choroba, revma, ...)
- AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrom) – úplné selhání mechanismu imunitního systému; začíná jako lehké, dlouhodobé chřipkové onemocnění, jako choroba pokračuje, nemocní se stávají náchylní k celé řadě jiných onemocnění; původcem je virus HIV- napadá T<sub>H</sub>- lymfocyty; šíří se pohlavním stykem, krví, z infikované ženy na plod

### **Očkování (vakcinace):**

- aktivní imunizace- do těla se vpravují usmrcené nebo oslabené mikroorganismy, na které se aktivně vytvoří protilátky
- pasivní imunizace- do těla se vpravují již hotové protilátky

-

### Podotázky:

- 1) Funkce a stavba oběhové soustavy (krevní oběhy); embryonální původ
- 2) Tělní tekutiny – třídění, funkce
- 3) Krev – složení, funkce, srážlivost krve
- 4) Krevní skupiny, Rh faktor
- 5) Krevní cévy – stavba, vlastnosti, funkce, krevní oběhy
- 6) Srdce – stavba, činnost, srdeční systém převodní, krevní tlak, řízení činnosti
- 7) Kardiovaskulární choroby
- 8) Mízní soustava – stavba a funkce
- 9) Nespecifická imunita
- 10) Specifická imunita

### Odborné pojmy:

- brdečkové svaly – svaly dvojčípé chlopně
- homeostáza – stálost vnitřního prostředí
- systém AB0 – lidská krev se dělí podle přítomnosti antigenů (aglutinogenů) A, B a protilátek (aglutininů) anti-A a anti-B
- antigen – aglutinogen – látka, která navozuje produkci protilátek, každá protilátka se na specifický antigen váže jako klíč do zámku
- zánět – reakce těla na poškození tkáně, imunitní reakce, vznik otoků a hnisajících ran, vyplavuje nežádoucí látky
- fagocytóza – “sněžení“ buňky, bakterie -
- T- a B-lymfocyty – specifická imunita, T- lymfocyty – specifická buněčná imunita , B-lymfocyty – specifická protilátkami řízená imunita, paměť-> využívá se při očkování
- Diapedéza – schopnost procházet cévní stěnou kapilár (bílé krvinky) a dostávat se tak do tkání
- Arterioskleróza – kornatění a ucpávání tepen v důsledku ukládání tukových látek do stěn tepny -> horší průtok krve -> např. infarkt
- EKG – záznam časové změny elektrického potenciálu způsobený srdeční aktivitou

## 28. Molekulární základy dědičnosti, základní genetické pojmy, Mendelovy zákony

---

### Podotázky

- 1) Cytologické základy dědičnosti – chromozomy, jejich struktura a funkce
  - 2) Nukleové kyseliny – druhy, stavba, funkce
  - 3) Ústřední dogma molekulární biologie – přenos genetické informace
  - 4) Genetický kód – základní vlastnosti
  - 5) Pojem „gen“
  - 6) Genetika prokaryotické buňky
  - 7) Genetika eukaryotické buňky
  - 8) Základní genetické pojmy
  - 9) Mendelovy zákony dědičnosti
  - 10) Řešení genetických příkladů
- 

### Pojmy

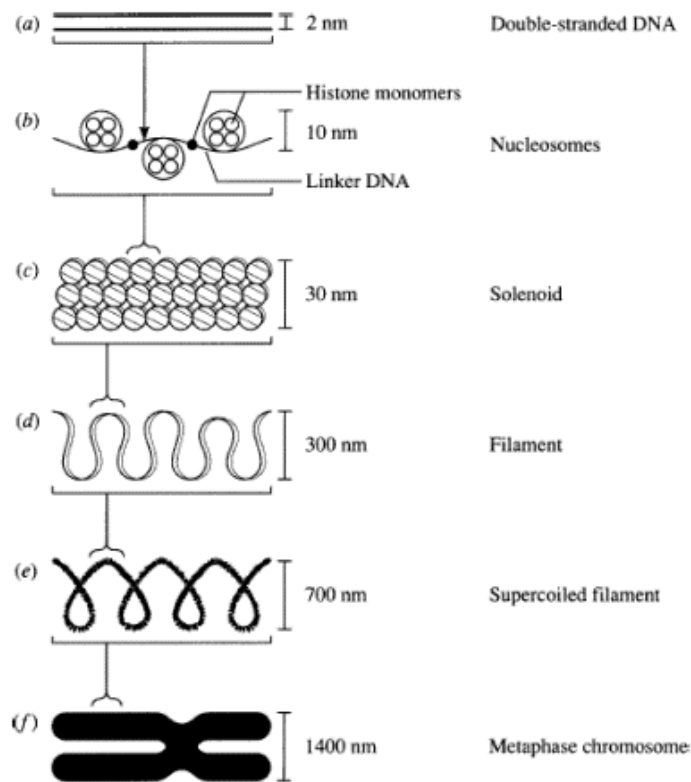
- crossing-over – proces, během kterého si dva spárované chromozomy z profáze I meiózy vymění část své DNA – dochází tak k předání alel a narušení vazby genů – zvýšení variability potomstva
  - haploidie – stva, kd ymá buňka pouze jednu sadu genetické informace - n
  - komplementarita bází – dusíkaté báze tvoří páry A-T (U) a G-C na základě počtu vodíkových můstků, které tvoří
  - matrice, templát – vlákno DNA nebo RNA, které je vzorem pro tvorbu bového vlákna (komplementarita bází)
  - proteosyntéza – syntéza proteinů
  - kodon – triplet – trojice bází kódující určitou aminokyselinu
  - alela – varianta genu
  - klon – organismus, který má identickou genetickou informaci jako organismus, ze kterého vznikl
  - genom – veškerá genetická informace, která je uložena v DNA jednoho organismu (jedna sada)
  - plazmidy – krátké úseky cyklické DNA u bakterií, kterou si mohou mezi sebou vyměňovat pomocí fimbrií – často kóduje rezistenci
- 

### Molekulární genetika

- Obor zabývající se podstatou genetické informace a jejím přenosu na buněčné a molekulární úrovni
- Genom – soubor všech genů
- Strukturami nesoucími genetickou informaci jsou chromozomy

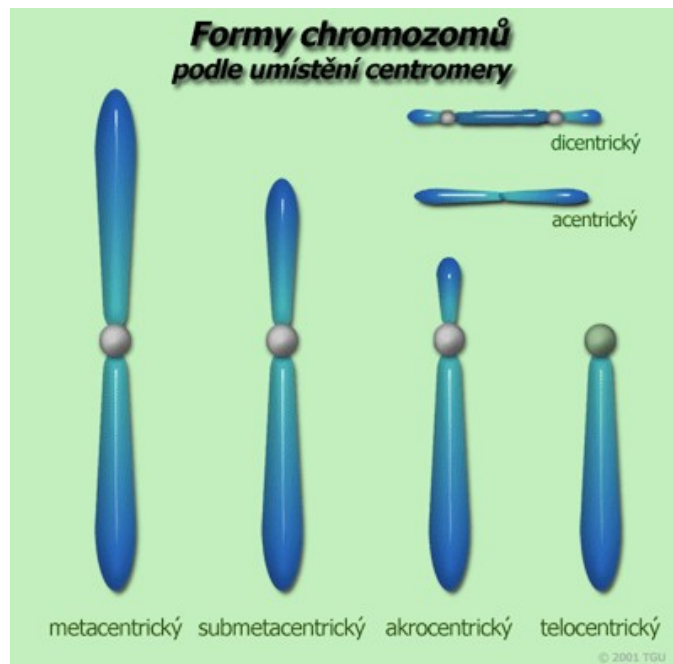
## 1. Chromozom

- Terciární struktura nukleových kyselin
- Jádra všech somatických buněk jednoho organismu mají stejnou chromozomovou výbavu (pozor na pohlaví) – stejný počet, tvar, rozměry, počet genů
- Počet je druhově závislý – člověk 2x23
- Haploidie, diploidie (2 sady genetické informace) – v lidském těle – v interfázi jsou somatické buňky diploidní, pohlavní haploidní
- Prokaryontní chromozom je cyklický, eukaryotický chromozom je lineární (do X)
- V rámci buňky se nachází v jádře, mitochondriích a chloroplastech
- Pozorovatelný od profáze mitózy do rozdělení buňky – v interfázi není DNA kondenzovaná
- Karyogram – grafické vyjádření karyotypu, vyobrazení chromozomů seřazených podle velikosti a utváření
- Karyotyp - přesný obraz chromozomů buněčného jádra jedince
- Homologické chromozomy - z téhož páru, stejný tvar, velikost i geny, mohou se lišit vyjádřením genu – alelou, každý gen má své místo na chromozomu – lokus, v určitém lokusu má pár chromozomů stejné alely – je v tomto znaku homozygot, různé alely – heterozygot
- Stavba
  - 1 nebo 2 chromatidy
  - Každá chromatida je jedna molekula DNA
  - Dvě chromatidy spojeny v centromeře (mikrotubuly)
  - DNA navázána na komplexy bazických bálkovin (histonů)
  - DNA spolu s histony vytváří tzv. chromatin
  - Jeden histonový komplex (nukleozom) je tvořen histony – H2a, H2b, H3, H4 (na ně se navíjí necelá 2 kola DNA, 4 typy, 8 v jednom nukleozomu) a H1 (nepárový), který fixuje DNA na této struktuře
  - Vlákno nukleozomů se stáčí a vytváří tak další šroubovici – solenoid – ten se dál natáčí na další kostříčku (nejaký protein)
  - Na koncích telomery – naustále se zkracují, až se zkrátí natolik že buňka spáchá programovanou smrt – v kmenových a rakovinových buňkách je prodlužuje telomeráza reverzní transkriptáza



**Fig. 7-1.** Structural levels of organization hypothesized to occur during the condensation of a chromosome. (After J. D. Watson et al., *Molecular Biology of the Gene*, 4th ed., Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, 1987).

- Tvar
  - Krátké a dlouhé raménko



- Určení pohlaví
  - Savčí typ – *Drosophila*, homogametní samice (XX, XY)
  - Ptačí typ – *Abraxas*, homogametní samec (ZZ, ZW)

- Protentor – rozhoduje počet gonozomů, protože Y zcela chybí, samčí pohlaví je určeno přítomností jednoho chromozomů X (ploštice, kobyly)
- Partenogeneze – u včel a vos se z oplozených vajíček XX líhnou samičky a z neoplozených vajíček X se partenogeneticky líhnou samečci, kteří vytvářejí spermie s chromozomem X – chromozom Y se zde nevyskytuje – samečci se nevyskytují například u vířníků
- Rostliny – kombinace alel, nejsou pohlavní chromozomy – apomyxie (něco jako partenogeneze u rostlin – vzniká nový jedinec bez oplození)
- Polytenní chromozomy – velký chromozomy, které vznikly neoddělením chromatid po S-fázi (nedošlo k M-fázi)
- Genozomální dědičnost (úplně (heterologní část chromozomu) a neúplně vázaná (homologní část)
- Znaky pohlavím ovlivněné – míra projevu závisí na pohlaví (projev jen u jednoho pohlaví)
- Baarovo tělísko, lyonizace (inaktivace jednoho chromozomu X) – sex chromatin, důkaz ženského pohlaví – jeden chromozom X je inaktivní a během interfáze barvitelný
  - K ireverzibilní inaktivaci jednoho z chromozomů X dochází v časně fázi embryonálního vývoje (u člověka 16. Den po tvorbě zygoty)
  - Několik buněk u kterých se pokaždý zabalí jiný chromozom – pak buňky co z nich vzniknou to mají stejně jako ta ze které vznikly
  - V každé tělní buňce – kromě pohlavních
  - Někdy víc X chromozomů – víc baarovejch tělísek
- Chromozomy Y
  - Gen SRY (sex determining region) zajišťuje v raném embryonálním stádiu diferenciaci varlat
  - TDF
    - Zdá se, že o tom že z embrya bude muž, rozhoduje přítomnost Y chromozomu (XO je žena – Turnerův syndrom; XXY je muž – Klinefelterův syndrom)
    - Zdá se že se jedná o jediný gen zvaný TDF (SRY) = testis determining factor
  - TDF nějak způsobí, že se genitálie budou vyvíjet mužským směrem

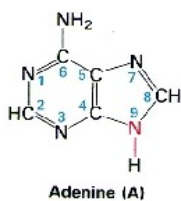
## 2. Nukleové kyseliny

- DNA (deoxyribóza) a RNA (ribóza)
- Molekuly nukleových kyselin vytvářejí vždy řetězec
- Jednotný stavební plán
  - Páteř tvoří pentóza (ribóza, deoxyriboza) - na 1' uhlíku dojde ke N-glykosidické vazbě dusíkaté báze, na hydroxylovou skupinu 3' uhlíku a 5' uhlíku se váže kyselina fosforečná (vazba fosfodiesterová)
  - Fosfátový zbytek
  - Postranní skupinou jsou dusíkaté báze
    - V jednom typu nukleové kyseliny 4 dusíkaté báze
    - V DNA adenin, thymin, cytosin, guanin
    - V RNA je thymin nahrazen uracilem
    - Genetická informace je dána pořadím bazí – trojice (triplet, kodón) kóduje příslušnou AMK/slouží jako signál (nastavení čtecího rámce, STOP kodón apod.)
    - Počet možných tripletů 64
- Nukleotid = pentóza + fosfát + báze
- Nukleodis = pentóza + báze

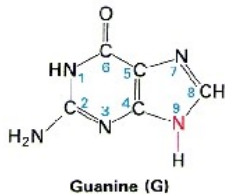
- Vodíkové můstky mezi bazemi – dvojice bazí tak tvoří v molekule rovnoběžná patra
- Dusíkaté báze jsou komplementární – adenin + thymin (uracil – 2 vodíkové vazby) a guanin + cytosin (3 vodíkové vazby) – vždy jedna purinová a jedna pyrimidinová
- Molekuly nukleových kyselin mají 3' konec (není napojen fosfátový zbytek) a 5' konec
- Na povrchu silně záporně nabitá molekula - fosfáty
- RNA
  - Na rozdíl od DNA – ribóza (navíc hydroxylová skupina na 2. uhlíku – menší stabilita), uracil za thymin, vyskytuje se i jako jednořetězcová
  - V jádru, cytoplazmě, ribozomech
  - Reverzní transkripce – z RNA do DNA
  - mRNA (transkript z templátu DNA), tRNA (adaptor, který vybírá správné AMK – terciární struktura jetelového listu), rRNA (ribozomy – společně s proteiny)

### Purinové báze

☞ adenin

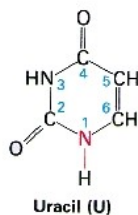


☞ guanin

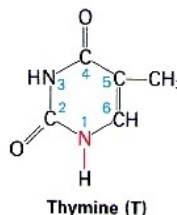


### Pyrimidinové báze

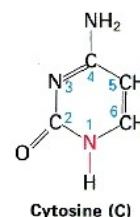
☞ uracil ... RNA



☞ thymin ... DNA

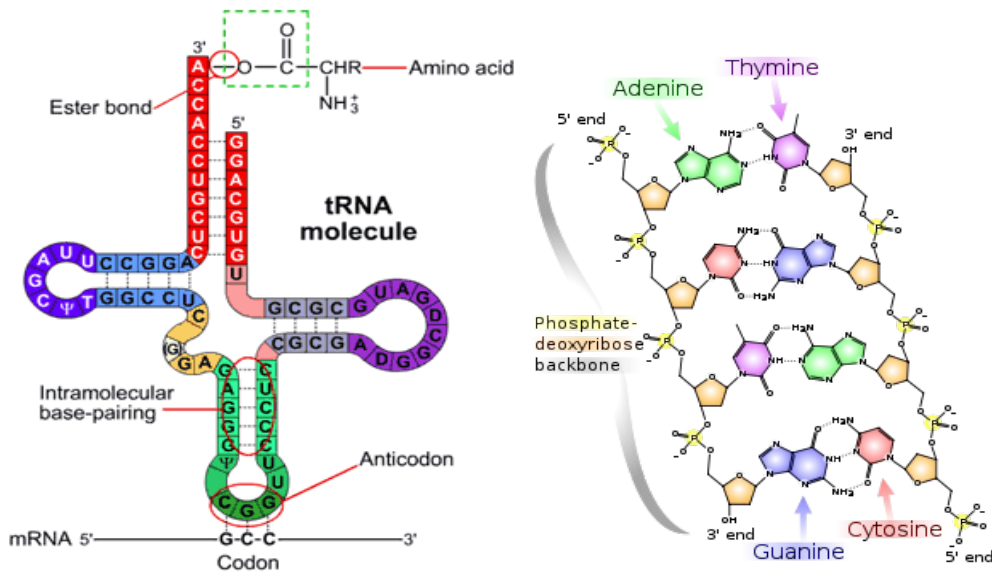


☞ cytosin



- DNA
  - Objev struktury Rosalind Franklinová
  - Model – James Watson a Francis Crick
  - Deoxyribóza
  - DNA se u virů vyskytuje jako jednořetězcová i dvouřetězcová, u eukaryot a prokaryot jako dvouřetězcová
  - Thymin, adenin, cytosin, guanin
  - Dvojšroubovice - závity jsou malé a velké – většina enzymů nasedá do těch velkých (hodně bazí – lepší přístup)
  - U eukaryot: V jádře, mitochondriích a chloroplastech
  - U prokaryot: na jednom místě připojená k CM
  - Primární struktura NK - zapisuje se pouze báze, např. ATCGTCG
  - Sekundární struktura NK - šroubovice
  - Terciální struktura NK – chromozom
- Nukleové kyseliny slouží k předávání genetického kódu při rozmnožování (replikace), řízení organismu pomocí proteosyntézy



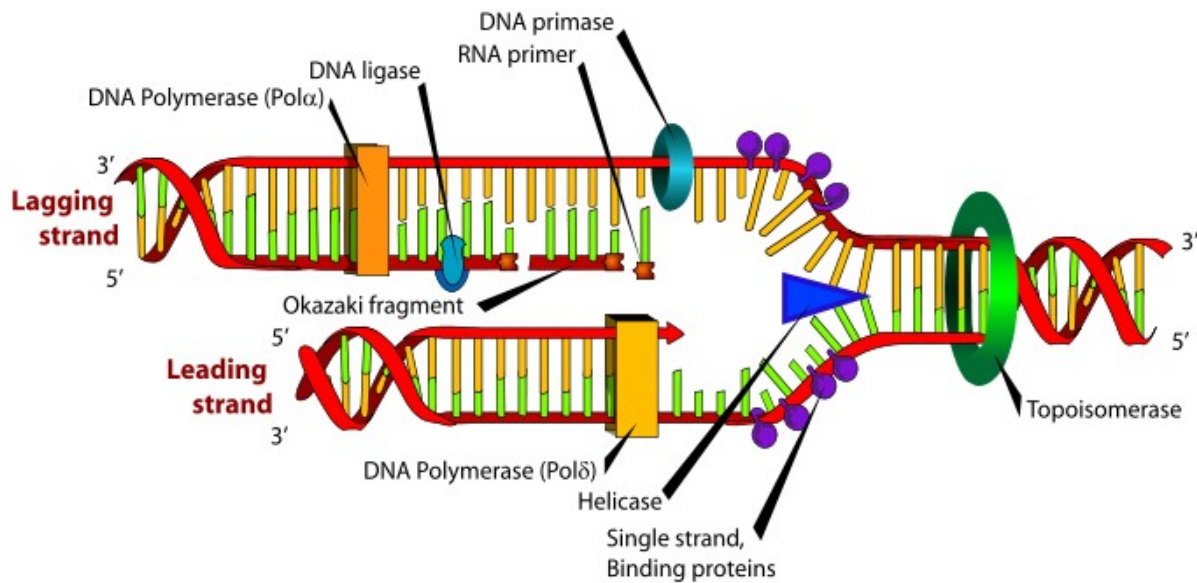


### 3. Centrální dogma molekulární biologie

#### Replikace

- Směr 5' – 3' (energie nově zapojeného nukleotidu) – nový nukleotid má na sobě trifosfát – odštěpí se dva z nich a uvolňuje se energie – zapojuje se to na ten 3' konec protože kdyby se stala chyba a musel se ten nukleotid odštípnout, tak by na tom 5' konci byly velké ztráty energie – nakonci musí být 3 fosfátový zbytky – nukleotid má taky 3 fosfátový zbytky než se zapojí)
- S fáze buněčného cyklu – dodělá si druhou chromatidu
- Princip – komplementarita bazí
- Eukaryota - začíná na několika místech - semidiskontinuální
- Prokaryota - replikace začíná na jednom místě, pak probíhá oběma směry
- Místo ori – tam odkud se začíná replikovat
- Nově vznikající řetězce se označují jako vedoucí řetězec (od 5' do 3') a opožděný řetězec
- Templát – mateřská část
- Topoizomeráza – rozmotává dvojšroubovici – na některých místech i stříhá (usnadňuje rozmotání)
- Helikáza – odděluje komplementární báze
- Na oddělené vlákno se váží stabilizující proteiny, tak aby se báze opět nespojily
- Primery – označují místo, které se bude kopírovat – napojeny pomocí DNA primázy
- Polymeráza – připojuje nukleotidy
- Oprava chyb – jedna z DNA polymeráz
- Vedoucí řetězec se kopíruje kontinuálně, vedlejší řetězec po Okazakiho fragmentech - druhé vlákno je nutné kopírovat opačným směrem, než jak běží replikační vidlice → tvoří se RNA primery, na ně navazuje úsek DNA (Okazakiho fragment, 100-200 pár bazí)
- RNA primery jsou *nukleázou* odštípnuty chybějící část doplněna „opravnou“ DNA polymerázou

- Konce molekul DNA – telomery – tvořeny repetitivními sekvencemi – vzniká při syntéze opožděného řetězce (kousek templátu, kam nasednul primer není možné zkopírovat → zkracování) - telomeráza – syntetizuje četné kopie stejné sekvence – brání zkracování chromozomů, chrání před účinkem nukleáz

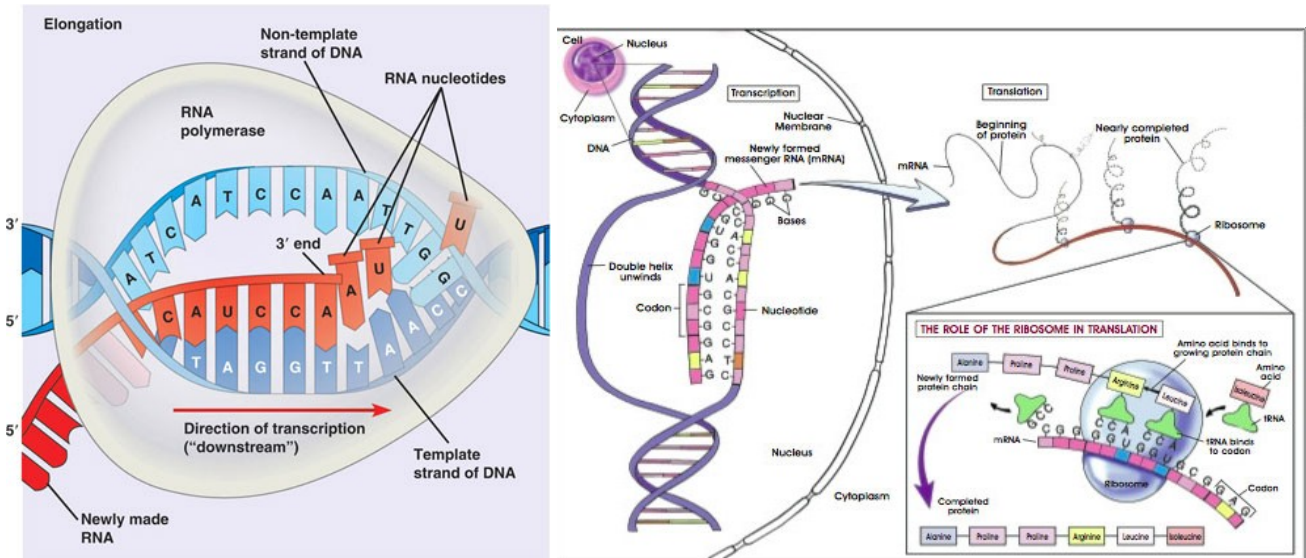


## Proteosyntéza

- Proces realizace DNA v produkci bílkovin a v důsledku toho v řízení organismu

## Transkripce

- Transkripce genu probíhá vždy jen z jednoho řetězce – templát se čte ve směru od 3' do 5' – který řetězec se bude přepisovat se určí podle polohy promotoru toho konkrétního genu
- Řetězec, který se přepisuje se nazývá negativní – jeho přepisem na základě komplementarity bazí vzniká hnRNA, která nese komplementární sekvenci vůči negativnímu řetězci původní DNA, ale stejnou sekvenci (až na T a U) jako pozitivní řetězec DNA
- Transkripce začíná v místě transkripční bubliny, púřepisuje se vždy jen část řetězce (konkrétní gen)
- RNA-polymeráza (nemá reparační schopnost (nekontroluje správnost zapojení předchozího nukleotidu) – nepotřebuje primer) nasedá na DNA a „klouže“ po ní, dokud nenarazí na specifické místo označované jako promotor
- RNA polymeráza plní i úlohu helikázy (rozvolňuje řetězec před sebou)
- RNA bývá poměrně rychle vytěsněna komplementárním řetězcem DNA – dojde k okamžitému uvolnění RNA (lze tvořit další kopii, aniž by předchozí transkripce byla dokončena) – nezamotají se
- Inicace (začíná se tvořit transkript), elongace (tvoření toho řetězce), terminace
- Během postranskripčních úprav je hnRNA upravována na mRNA - Vyštípání intronů (zůstanou v jádře – pouze u eukaryot) a exony se dostávají z jádra
  - Alternativní sestřih – vynechá některá písmenka a může vzniknout i jiný protein ze stejného genu
  - Další chemické úpravy
- Reverzní transkripce
  - Tvorba DNA podle matrice RNA – katalyzuje to RNA-dependentní DNA-polymeráza



## Translace

- Proces tvorby proteinů podle mRNA
- tRNA obsahuje tzv. antikodon – komplementární řetězec 3 bazí vůči bazím na mRNA
- Každá tRNA nese jednu AMK, která odpovídá antikodonu
- mRNA nasedá na ribozom a klouže po něm
- Na ribozomu je P a A místo
- V místě P se pomocí tRNA naváže počáteční AMK polypeptidu podle komplementarity tripletu bazí mRNA-antikodon na tRNA, v místě A AMK, která odpovídá následujícímu tripletu
- Mezi místy A a P dojde k vytvoření peptidové vazby, AMK a tRNA se uvolní a mRNA se posune dál
- V prokaryotní buňce může docházet k translaci ještě před dokončením transkripce
- V eukaryotní buňce nasedají ribozomy až v cytoplasmě (mRNA už prošla úpravou)
- Na mlk mRNA může nasedat více ribozomů – polyribosom (polyzom)
- Vzniklý polypeptid se dále upravuje, prochází posttranslačními úpravami

|   |     | Second letter       |     |                     |     |                |                  |      |
|---|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|----------------|------------------|------|
|   |     | U                   | C   | A                   | G   |                |                  |      |
| U | UUU | Phenylalanine (Phe) | UCU | Tyrosine (Tyr)      | UGU | Cysteine (Cys) | U<br>C<br>A<br>G |      |
|   | UUC |                     | UCC |                     | UGC |                |                  |      |
|   | UUA |                     | UCA |                     | UGA |                |                  | Stop |
|   | UUG | UCG                 | UGG | Tryptophane (Tryp)  |     |                |                  |      |
| C | CUU | Leucine (Leu)       | CCU | Histidine (His)     | CGU | Arginine (Arg) | U<br>C<br>A<br>G |      |
|   | CUC |                     | CCC |                     | CGC |                |                  |      |
|   | CUA |                     | CCA |                     | CGA |                |                  |      |
|   | CUG | CCG                 | CGG |                     |     |                |                  |      |
| A | AUU | Isoleucine (Ileu)   | ACU | Asparagine (AspN)   | AGU | Serine (Ser)   | U<br>C<br>A<br>G |      |
|   | AUC |                     | ACC |                     | AAC |                |                  | AGC  |
|   | AUA |                     | ACA |                     | AAA |                |                  | AGA  |
|   | AUG | Methionine (Met)    | ACG | AAG                 | AGG |                |                  |      |
| G | GUU | Valine (Val)        | GCU | Aspartic acid (Asp) | GGU | Glycine (Gly)  | U<br>C<br>A<br>G |      |
|   | GUC |                     | GCC |                     | GAC |                |                  | GGC  |
|   | GUA |                     | GCA |                     | GAA |                |                  | GGA  |
|   | GUG | GCG                 | GAG | GGG                 |     |                |                  |      |

## 4. Genetický kód

- Princip záznamu genetické informace do primární struktury DNA
- Založen na trojicích bazí, které svým pořadím kódují pořadí AMK v peptidu
- Triplet = trojice bazí kódující určitou AMK = kodon
- Je degenerovaný – jednu aminokyselinu kóduje více tripletů
- Univerzální – stejný pro všechny organismy
- Nepřekryvný - informace čtena postupně a určitým směrem
- AMK, start kodón (methionin), stop kodón

## 5. Gen

- Úsek DNA, který kóduje sekvenci AMK v proteinu → kóduje vlastnost organismu
- Vloha
- Alela je forma genu
- Lokus – konkrétní úsek DNA na chromozomu
- Malého (kombinace více genů) a velkého účinku (kvalitativní)
- Geny strukturní, regulační, pro RNA
- Stavba genu?
- Promotor, regulační oblast
- Operon – funkční jednotka – více genů, které reguluje jeden regulační proces – buď jsou všechny geny exprimovány nebo žádný

## 6. Genetika prokaryotické buňky

- Nemá jasně ohraničené jádro, o organizaci buňky se stará jedna cyklická molekula DNA → mají jeden cyklický chromozom
- Tato molekula je v jednom až dvou místech přichycena k PM
- Při transkripci se tvoří z DNA rovnou mRNA, která se poté dále neupravuje (nemusí projít jadernou membránou, nedochází k alternativnímu přepisu - nejsou zde exony a introny)
- Na molekulu mRNA mohou už během transkripce nasedat ribozomy a dochází k translaci
- Rychlost transkripce asi 3 min.
- Ribozomy 70S (menší)
- Asi 3000 genů
- Replikace začíná na jednom místě a pokračuje oběma směry
- Promotor + operátory – sekvence bazí po promotoru na které se naváže protein ovlivňující expresi?
- Někteří mají plazmidy – krátké úseky cyklické DNA, kterou si mohou mezi sebou vyměňovat pomocí fimbrií

## 7. Genetika eukaryotické buňky

- Lineární molekula DNA – tvoří chromozomy do X
- Chromozomy se nacházejí v pravém jádře
- hnRNA po transkripci prochází úpravami (splicing atd.) na mRNA
- mRNA se musí dostat z jádra aby se mohla začít překládat
- Ribozom 80S
- Asi  $10^8$  až  $10^{10}$  páru bazí

- Okolo 30 min. trvá transkripce někdy i 10h
- Telomery
- Replikace začíná na více místech, ale postupuje jen jedním směrem
- Promotor?

## 8. Základní genetické pojmy

- Dědičnost - schopnost organismu uchovávat soubor dědičných informací o vytváření znaků a vlastností a schopnost předávat tento soubor svým potomkům
- Proměnlivost - schopnost organismu reagovat na různé podmínky prostředí různým způsobem, příčina rozdílnosti jedinců téhož druhu – individuální variabilita
  - Dědičná složka proměnlivosti – rozdíly podmíněné rozdílným uspořádáním GI
  - Nedědičná složka - rozdíly podmíněné vlivem rozdílných podmínek prostředí
  - Podstatou evoluce – mění se genetická variabilita je působením přírodního výběru rozdílně přenášena do dalších generací
- Fenotyp – soubor všech znaků daného organismu
- Znaky – jednotlivé vlastnosti organismů – kvalitativní (geny velkého účinku na principu má-nemá – majorgeny, monogenní znaky), kvantitativní (většinou více genů malého účinku určují míru projevu jedné vlastnosti – minorgeny, polygenní znaky)
- Genotyp – soubor všech alel organismu, širší pojem než fenotyp, určuje rozsah fenotypových možností, obsahuje geny, které se realizují i ty, které ne, charakteristický pro jedince
- Vzájemné vztahy alel
  - Úplná dominance - A úplně převáží, plně překryje projev a, fenotyp AA je stejný jako Aa
  - Neúplná dominance – A neúplně překryje projev a, fenotyp AA je odlišný od Aa
  - Kodominance - Obě alely se podílejí na tvorbě fenotypu stejnou měrou – krevní skupiny
- Křížení
  - Rodičovská generace P1, první filiální generace F1, druhá filiální generace F2
- Analytické zpětné křížení – křížení subjektu s recesivním homozygotem

## 9. Mendelovy zákony dědičnosti

- Monohybridizmus
  - 1. Mendelův zákon – o uniformitě hybridů - Kříženci dvou rozdílně homozygotních rodičů jsou vždy heterozygotní a fenotypově stejní
    - Dva stejní homozygoti (AA x AA, aa x aa)
      - Vytvářejí stejný typ gamet – všichni potomci homozygotní, stejného typu jako rodiče = uniformní hybridi, stejné i další generace – čistá linie
    - Dva různé homozygoti – úplná dominance (AA x aa)
      - Vznikají heterozygoti – generace je uniformní, fenotyp jako dominantní homozygot
      - Výsledky recipročního křížení (záměna genotypu otce a matky) jsou stejné
  - 2. Mendelův zákon – o segregaci a kombinaci alel - Při křížení heterozygotů lze genotypové i fenotypové poměry vyjádřit malými celými čísly
    - Heterozygot s recesivním homozygotem (Aa x aa)
      - Jedinci Aa a aa vznikají v poměru 1:1
    - Heterozygot s dominantním homozygotem (Aa x AA)

- Jedinci AA a Aa vznikají v poměru 1:1, při úplné dominanci jsou fenotypově stejní
  - Dva heterozygoti (Aa x Aa)
    - 1 AA : 2 Aa : 1 aa genotypový štěpný poměr, fenotypový 3:1, při úplné dominanci je heterozygot shodný s dominantním homozygotem, při neúplné se liší od obou homozygotů – AA : 2 Aa : aa je genotypový i fenotypový poměr
- Dihybridismus
  - 3. Mendelův zákon – o nezávislosti kombinovaných alel - Při polyhybridním křížení je kombinovatelnost alel různých alelových párů volná, na sobě nezávislá
  - S úplnou dominancí - Křížení dvojnásobného dominantního homozygota s dvojnásobným recesivním homozygotem
    - Potomstvo je uniformní dvojnásobně heterozygotní
    - Potomstvo F<sub>2</sub> - 16 hybridů, počet různých genotypů 3<sup>2</sup>, počet fenotypů 2<sup>2</sup>
    - Fenotyp – 9 : 3 : 3 : 1
    - Genotyp – 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1

## 10. Řešení genetických příkladů



# Dědičnost a proměnlivost

## Podotázky:

- 1) Autozomální dědičnost - dědičnost kvalitativních znaků
- 2) Autozomální dědičnost – dědičnost kvantitativních znaků
- 3) Gonozomální dědičnost – dědičnost a pohlaví, chromozómové určení pohlaví
- 4) Dědičnost přímá, dědičnost křížem, znaky pohlavně ovládané a ovlivněné
- 5) Mimojaderná dědičnost a genové interakce
- 6) Genetická proměnlivost – mutace
- 7) Genetika populací
- 8) Základy genetiky člověka
- 9) Geneticky podmíněné choroby člověka, syndromy
- 10) Genetické inženýrství a biotechnologie, klonování, nové objevy na poli genetiky

## Pojmy:

- **Monohybrid** – heterozygot??
- **Kodominance** – vztah alel, kdy se u heterozygota projeví oba znaky ve stejné míře nezávisle na sobě
- **Analytické zpětné křížení** – křížení jedince, u kterého neznáme genotyp s recesivním homozygotem
- **Lokus** – umístění genu na chromozomu
- **Segregace alel** – rodělení párů homologických chromozomů při tvorbě gamet (v anafázi heterotypického dělení meiózy)
- **Gonozom** – pohlavní chromozom – X a Y u člověka
- **Mutagen** – činitel vnějšího prostředí způsobující mutace
- **Aberace** – chromozomové mutace
- **Epigenetika** – věda o vlivu vnějšího prostředí na fenotyp
- **Metoda PCR** – polymerázová řetězová reakce – metoda rychlého namnožení úseku DNA

## Autozomální dědičnost – dědičnost kvalitativních znaků

- **Kvalitativní znaky** – většinou podmíněny jedním genem (geny velkého účinku = **majorgeny**) – má/nemá – **monogenní znak**
- Autozomální dědičnost – dědičnost znaků vázaných na **autozomy** (nepohlavní chromozomy)
- U diploidních organismů podmíněn dvěma alelami (A a a)
- Podle toho jaké alely pro daný gen organismus obsahuje je **homozygotní** (AA nebo aa) nebo **heterozygotní** (Aa) v daném genu
- **Gen** = úsek DNA, který kóduje předpoklad (vlohu)
- Alela A je dominantní (projeví se ve fenotypu), a je recesivní
- Mezi alelami mohou existovat různé vztahy:
  - o **Úplná dominance a recesivita** – fenotypy AA a Aa jsou stejné
  - o **Neúplná dominance a recesivita** – Aa a AA se fenotypově liší – Aa je kombinací (alely se ovlivňují)
  - o **Kodominance** (intermediarita) (krevní skupiny AB0) – heterozygot projevuje oba znaky ve stejné míře (alely se neovlivňují)
  - o **Superdominance** – AA má zesílený fenotypální projev narozíl od Aa
- Monohybridismus (sledujeme jeden znak) a dihybridismus (sledujeme dva znaky)
- Řídí se Mendelovými zákony – viz. MO 28
- Generace hybridů:
  - o P1- **parentální** (=rodičovská) generace
  - o F1 – **první filiální** (=dceřiná) generace
  - o F2 – **druhá filiální** generace
- **Analytické zpětné křížení** – křížím subjekt s recesivním homozygotem

## Autozomální dědičnost – dědičnost kvantitativních znaků

- Kvantitativní znaky – kódovány více geny malého účinku (minorgeny) – **polygenní dědičnost**
- Účinek je **aditivní** – sčítají se účinky jednotlivých genů, které působí na znak
- Počet genotypů je  $3^k$  – k je počet genů, které se podílejí na daném znaku



- Dědičnost každé z alel se řídí Mendelovými zákony
- V F2 generaci dochází k segregaci alel na **neutrální** (neovlivňují hodnotu znaku) a **aktivní** (zvyšuje hodnotu)
- Důležitý vliv vnějšího prostředí
- Četnost stejné hodnoty znaku v populaci – **Gaussova křivka**

## Gonozomální dědičnost – dědičnost a pohlaví, chromozómové určení pohlaví

### - Dědičnost a pohlaví

- o Gonozomální dědičnost je **úplně** (geny na heterologní části chromozomu) nebo **neúplně** (homologní část chromozomu) **vázaná**
- o Neúplně vázaná dědičnost – stejná u obou pohlaví, podobné zákonitosti jako u autozomů
  - **Pseudoautozomální oblast** – homologní části chromozomů
- o Úplně vázaná dědičnost – **dědičnost přímá a dědičnost křížem** (viz. další podotázka)

### - Určení pohlaví:

- o **Genetické** (podle chromozomů) nebo **epigenetické** (vlivy vnějšího prostředí)
- o U ploštice Protenor poprvé určeno pohlaví – ženy jeden, muži dva
- o Typ Drosophila (savčí typ)
  - XX (homogametické pohlaví) a XY (heterogametické pohlaví)
  - Dvoukřídli, rovnokřídli, savci, někteří plazi, některé ryby, většina dvoudomých rostlin
  - Y gen SRY (1990, krátké raménko Y chromozomu, regulační protein pro DNA, diferenciaci varlat)
  - Y chromozom – 78 genů
  - X chromozom – 1098 genů
    - Reverzibilní inaktivace X chromozomu – lyonizace – Barrovo tělísko
    - V časném embryu (16. den) – v blastocystě, přednostně inaktivován samčí X chromozom
    - Bez inaktivace – smrt v časném embryu (smrt buněk ektodermu, nevyvíjí se mezoderm)
    - Důkaz ženského pohlaví – inaktivní chromozom X je během interfáze barvitelný
    - Vyjimku z inaktivace mají pohlavní buňky
    - Okolo ¼ se stejně používá
- o Typ Abraxas (ptačí typ)
  - ZW (samice), ZZ (samec)
  - Motýli, ptáci, želvy, obojživelníci, hadi, některé ryby, u rostlin ojedinele
- o Typ Protenor
  - XX (samice), X0 (samec)
  - Ploštice
  - Z oplozených vajíček holčička, z neoplozených chlapeček
- o Haplo/diploidní
  - Blanokřídli
  - 2n (samice), n (samec)

## Dědičnost přímá, dědičnost křížem, znaky pohlavně ovládané a ovlivněné

### - Dědičnost přímá:

- o Geny na heterologní části Y – nemají párovou alelu, organismus je pro ně hemizygotní (v celém organismu jen jedna alela) – projeví se jen u pohlaví, které má Y
- o Vzácné

### - Dědičnost křížem:

- o Geny na heterologní části X – po otci se projeví jen u dcer, nikoliv u synů, po matce u synů i u dcer – dcera má X od otce i od matky, syn X od matky a Y od otce
- o Např. hemofilie, daltonismus, chybění potních žlázek, svalová dystrofie

- Znaky pohlavím **ovlivněné** (pohlaví ovlivňuje míru projevu – např. **předčasná plešatost** (muži plešatí PP i Pp, ženy pouze Pp) – řízeny geny na autozomech, ale míra jejich projevu záleží na přítomných pohlavních hormonech) a **ovládané** (projeví se pouze u jednoho pohlaví)

## Mimojaderná dědičnost a genové interakce

### - Mimojaderná dědičnost:

- Genetická informace uložená mimo jádro – mitochondrie, plastidy, plazmidy
- **Plazmon** – mimojaderný genom
- Mitochondrie se dědí po matce (viz. MO 25) – sedm dcer Eviných (původ mitochondriální DNA se dá vystopovat až k 7 původním ženám)
- Onemocnění – způsobeny mutacemi mtDNA – poruchy energetických funkcí mitochondrií → poruchy energeticky náročných orgánů (nervový systém, smysly)
  - **Leberova atrofie optiku** – progresivní oboustranné ubývání zraku až slepota – atrofie zrakového nervu – častější u mužů

### - Genové interakce:

- **Intraalelické** (určují typy dědičnosti a představují vzájemné vztahy mezi různými alelami uvnitř alelického páru na daném lokusu – dominance, recesivita atd.) a **interalelické** (vztah mezi alelami různých genů (fenotyp ovládán více geny), určují typy genových interakcí, jejichž výsledkem je vznik určitého znaku) interakce
- Interalelické interakce
  - Genotypový poměr stejný, fenotypový poměr – klesá počet tříd
  - **Modifikátory** – geny ovlivňující jiné geny
  - **Reciproká interakce** – alely dvou nebo více alelových párů se podílejí na vzniku řady forem odpovídajícího znaku a každá kombinace těchto alel má vlastní fenotypový projev - bez změny fenotypového štěpného poměru – barva čočky, barva očí u octomilky, barva papriky – 9:3:3:1
  - **Dominantní epistase** – dominantní alela **epistatického genu** potlačuje fenotypový projev **hypostatického genu** – barva jiriny, brava patizonu – 12:3:1
  - **Recesivní epistase** – dvě recesivní alely epistatického genu potlačují fenotypový projev hypostatického genu – barva šalvěže – 9:3:4
  - **Inhibice** – dominantní alela epistatického genu potlačuje fenotypový projev hypostatického genu, inhibující alela nemá jiný účinek na fenotyp – barva dýně – 11:3
  - **Komplementarita** – vzájemné působení alel více genů, oba geny se samostatně neprojeví – barva hrachoru, sluch člověka – 9:7
  - **Kompence** – dominantní alela jednoho genu vyrovnává účinek dominantní alely druhého genu – tvar hrachových lusků – 10:3:3
  - **Multiplacita**
- Odchylky od Mendelových zákonů
  - Mimojaderná dědičnost
  - **Vazba genů** – četnost kombinací alel se snižuje, jsou-li geny blízko u sebe – uspořádání **cis** (AB a ab) a **trans** (Ab a aB) – Morganovo číslo (procento jedinců s rekombinovanou sestavou alel)
  - **Genomický imprinting** – proces kdy je aktivita určitého genu regulována v závislosti na tom, od kterého rodiče byl gen zděděn
  - **Zárodečný mozaicismus** – individuum složené ze dvou nebo více buněčných populací různého chromozomálního složení, ale vznik z jedné zygoty – splynutím dvou neidentických dvojčat

## Genetická proměnlivost – mutace

- Mutace = náhodné a neusměrněné změny genotypu
- Mutace spontánní
  - Dochází k nim samovolně, např. při špatném zapojení nukleotidu při transkripci nebo replikaci
  - Polymeráza je ale dost přesná, navíc má buňka reparační mechanismy
  - Pravděpodobnost vzniku je  $10^{-6}$  až  $10^{-7}$
- Mutace indukované

- Vznikají vlivem mutagenů – fyzikální (UV záření, RTG, ...; energie záření je molekulou absorbována, následně dochází k e vzniku neobvyklých vazeb v molekule, změně chemických vlastností, odbourání purinů a pyrimidinů), chemické (areny, těžké kovy, silní oxidační činidla, ...)
- Tři skupiny
  - Genové
  - Chromozomové
  - Genomové
- Genové mutace
  - Na úrovni molekuli DNA
  - Nenarušují citlivost chromozomu
  - Výsledkem je poškozená nukleotidová sekvence, díky tomu se mění triplet (kodony) a dojde k chybě v proteosyntéze (syntetizují se úplně jiné AMK)
  - Pokud je poškozen gen regulující množení a diferenciaci buňky, může vést až k nekontrolovanému bujení (nádorová onemocnění) – jedny z nejčastějších
  - Adice – zařadí se nadbytečný nukleotid (mění se čtecí rámec)
  - Delece – ztráta nukleotidu (mění se čtecí rámec)
  - Záměna nukleotidu
- Mutace chromozomové (aberrace)
  - Vedou ke zlomům a přestavbám struktury chromozomu
  - Delece – zkrácení chromozomu o koncovou část
  - Deficience – „vytrhnutí“ části chromozomu
  - Duplikace – zdvojení části chromozomu
  - Inverze – převrácení části chromozomu
  - Translokace – přemístění části chromozomu na jiný (prostá a reciproká) – leukémie
- Mutace genomové
  - Změny počtu chromozomů
  - Aneuploidie – ztráta nebo nadbytečná přítomnost jednotlivých chromozomů
    - Monosomie - ztráta
    - Trisomie - navíc
  - Polyploidie – početní změny celistvých chromozomových sad
    - Triploidie – broileři (rostou díky otmu rychle)
    - Tetraploidie
- Celková fenotypová proměnlivost – podmíněna dědičnou (dědivost = heritabilita) i nedědičnou složkou (faktory prostředí)
- Faktory ovlivňující proměnlivost:
  - Segregace
  - Rekombinace
  - Spojování párových alel při oplození
  - Dědičná a nedědičná proměnlivost
- Mutageny – fyzikální (UV, ionizující záření), chemické (aromatické uhlovodíky), biologické (viry, transpozony (úseky Dna schopné měnit svou pozici v genomu))

## Genetika populací

- Populace = soubor jedinců daného druhu žijící na daném místě, pocházející od společných předků, vzájemně se mezi sebou kříží a mají plodné potomky
- **Genofond** – soubor genů obsažených v gametách jedinců tvořících populaci
- **Frekvence alely** – relativní četnost určitého genotypu v souboru všech genotypů v populaci
- Rozdělení populací podle velikosti - velká (stovky až tisíce jedinců) a malá populace
- Rozdělení populací podle způsobu rozmnožování:

- Nepohlavní – genotypy shodné, liší se fenotypy
- Pohlavní
  - Autogamická populace
    - Je vytvářena jedinci, kteří se rozmnožují autogamií (samooplozením)
    - Každý jedinec (hermafrodit) tedy produkuje samčí i samičí pohlavní buňky
    - Jelikož homozygotní jedinec (ať už dominantní či recesivní) může produkovat jen homozygotní potomky a heterozygot produkuje heterozygoty pouze v 50% případů (2. Mendelův zákon), vznikají zde postupem času dvě čistě linie homozygotů a heterozygotů neustále ubývá až téměř vymizí
    - Úplně však z populace nevymizí nikdy
  - Alogamická populace
    - Vytvářejí ji organismy, u kterých jedinec vzniká splynutím dvou gamet od různých jedinců
    - Zvláštním případem takovéto populace je **panmiktická**
    - V této velmi rozsáhlé populaci (ideální: nekonečné množství jedinců) musí být zaručena stejná pravděpodobnost zkřížení jakýchkoli 2 jedinců v populaci
    - Zákon Hardyho-Weinbergův
      - Na základě Hardyho-Weinbergova zákona můžeme vypočítat genotypovou skladbu panmiktické populace
      - Platí za těchto podmínek:
        - Nedochozí k mutacím (alespoň ne u sledovaného genu)
        - Nedochozí k selekci
        - Nedochozí k migraci
        - Populace musí být panmiktická a velmi početná
      - $p$  – frekvence dominantních alel
      - $q$  – frekvence recesivních alel
      - $p^2$  – podíl jedinců dominantně homozygotních
      - $q^2$  – podíl jedinců recesivně homozygotních
      - $2pq$  – podíl jedinců heterozygotních
      - $P + q = 1$
      - $P^2 + q^2 + 2pq = 1$

#### - Faktory narušující genetickou rovnováhu populace:

- Výběr partnerů není zcela náhodný, nemají stejnou plodnost a stejný počet potomků
- Evoluční faktory:
  - **Selekce** – jedinci s nejuvhodnějšími fenotypy se množí více – změna frekvence alel v populaci, rychleji mizí dominantní alely (je-li letální  $a$  – mizí  $aa$ , je-li  $A$  – mizí  $AA$  i  $Aa$ )
  - **Mutace** – vznik málo pravděpodobný, zdroj dědičné proměnlivosti
  - **Migrace** – emigrace, imigrace
  - **Náhodný genetický posun (drift)** – v malých populacích výběr alel úzký, nereprezentativní, vznikají náhodné odchylky ve frekvenci alel, některé mohou i vymizet, přibývá homozygotů, zvýšená pravděpodobnost příbuzenského křížení - inbreeding

### Základy genetiky člověka

- Savčí typ určení pohlaví – XX ženy a XY muži
- 46 chromozomů – 44 autozomů 2 gonozomů
- Cca 30 tis genů
- **HUGO** (1990-2003)
- Omezení genetiky člověka:
  - Nelze provádět záměrné křížení

- Výběr partnera není náhodný
- Dlouhá generační doba
- Složitost lidského genomu
- Fenotyp ovlivněn prostředím a sociálními podmínkami
- Malý počet potomků → specifické metody výzkumu
- Výzkum rodokmenů (genealogie):
  - Sestaven podle údajů vyšetřované osoby (člověk od kterého začíná linie nebo sledovaný znak) – **proband** – označen šipkou
  - Mezinárodně srozumitelné grafické symboly
    - Žena – kolečko; muž – čtvereček; neurčené pohlaví – kosočtverec
    - Postižení jedinci – vyplnění; heterozygoti – polovina plná, polovina bílá; žena přenašečka – soustředné kruhy
    - Zemřelí – prošrtnutí; adoptovaný – hranaté závorky; spontánní potrat – zmenšeně
    - Sňatek – spojení čarou; rozvod – proškrtlá čára
  - Zleva doprava od nejstaršího po nejmladší
  - Zjištění – podmínění znaku recesivní nebo dominantní alelou, autozom, gonozom, ve vazbě s jiným genem apod.
- Výzkum dvojčat (gemeliologie):
  - 1:80, trochu se zvyšuje
    - Jednovaječná (monozygotní) – 100% shody GI, vždy stejného pohlaví, frekvence stálá  $\cong 0,3\%$
    - Dvojvaječná (dizygotní) – 50% shody GI, stejného nebo různého pohlaví, oplodnění dvou vajíček, 3-4x častější, frekvence roste s věkem matky
  - Veškeré rozdíly u jednovaječných dvojčat musí být podmíněny prostředím
  - Znak je určen dědičně tím víc, čím častěji jsou v něm shodná jednovaječná dvojčata a čím méně jsou v něm shodná dvojvaječná dvojčata
- Cytogenetický výzkum (výzkum karyotypu):
  - Analýza bílých krvinek ze vzorku 2-2 ml krve
  - Metody prenatální diagnostiky – u matek z rodin, kde se dědičná choroba vyskytla a u matek starším 35 let, nutný písemný souhlas matky
    - Amniocentéza – odběr plodové vody přes břišní stěnu pod kontrolou ultrazvuku, vyšetření buněk plodu, nejdříve ve 14. – 16. týdnu, 16. – 20., výsledky za dva týdny
    - Biopsie choriových klků – odběr buněk choria, 9. – 11. týden, výsledky dříve
    - Kontrace alfafetoproteinů v krvi – 16 - 18. týden
  - IVF (in vitro fertilizace) – odběr buňky embrya – preimplantační diagnostika karyotypu před zavedením embrya do dělohy
- Molekulárně genetické metody:
  - DNA diagnostika – hybridizace fragmentu DNA vyšetřované osoby s radioaktivním nebo fluorescentně označenou sondou (1 vláknová DNA známého složení), fragment s defektní alelou jinak dlouhý než s normální – rozdělení elektroforézou
  - Výzkum lidského genomu – projekt HGP nebo HUGO – 1990, plánován na 15 let na 200 pracovištích světa, hlavně USA, 2001 první výsledky – asi 30 000 genů, každý 27 000 párů bází, tj. asi 3 mld párů bází, délka asi 2 metry
  - Genová terapie – náhrada mutovaných alel zdravými, ve stádiu výzkumu
- Etické aspekty lidské genetiky:
  - Spousta sporných otázek
  - Eugenika – snaha o zlepšení biologických a psychických kvalit lidské populace
  - Eufenika – věda, která se snaží zlepšit lidský fenotyp – hlavně dědičné choroby

- Nebezpečné směry – rasismus, omezování rozmnožování osob s nevhodnými vlastnostmi, vyhlazování etnik
  - Genetické poradenství – oddělení lékařské genetiky ve větších nemocnicích, stanovení pravděpodobnosti narození defektního potomka, ochrana osobních dat, rozhodnutí o případné interrupci je jen na rodičích
  - Rozpor – záchrana života a zdraví postižených jedinců x zvyšování frekvence defektních alel v populaci
- Dárcovství vajíčka a náhradní mateřství

## Geneticky podmíněné choroby člověka, syndromy

### - Choroby podmíněné genomovými mutacemi – molekulární choroby:

- Autozomálně dominantní
  - Achondroplazie – disproporcionální trpaslictví, krátké končetiny, vzrůst v dospělosti průměrně 125 cm
  - Brachydaktylie – zkrácení prstů
  - Polydaktylie – zmnožení počtu prstů
  - Syndaktylie – srůsty prstů
  - Huntingtonova choroba – kolem 30-40 let, porucha koordinace pohybů, těžké postižení nervové aktivity, smrt
- Autozomálně recesivní
  - Fenylketonurie – porucha přeměny fenylalaninu na tyrosin, neléčená – mentální retardace, screening kojenců, nutná dieta bez fenylalaninu
  - Galaktosémie – dědičná porucha konverze galaktózy na glukózu
  - Srpková anemie – změna tvaru červených krvinek na protažené srpky, způsobena mutací genu pro hemoglobin, obyvatelé, kteří mají jeden gen ze dvou defektní – imunní proti malárii
  - Albinismus – chybí enzym tyrosináza zodpovědný za tvorbu melaninu, velmi světlá kůže, vlasy i oční duhovka
  - Alkaptonurie – postižení kloubů, omezení hybnosti
  - Cystická fibróza (muskovicidóza) – velké množství hlenu v plicích, nebezpečí udušení, krátký život
- Gonozomálně dominantní
  - Vitamin D rezistentní rachitis
- Gonozomálně recesivní
  - Daltonismus – chybí schopnost rozlišit zelenou a červenou barvu
  - Hemofilie – vrozená nesrážlivost krve
  - Duchennova muskulární dystrofie – porucha syntézy dystrofinu (strukturní protein svalové tkáně)
  - Syndrom fragilního chrz. X

### - Choroby podmíněné změnami struktury nebo počtu chromozomů = chromozomové aberace:

- Downův syndrom – 1:700, matky starší 45 let 1:40, mentální retardace, tělesné malformace – menší hlava, mohutnější krk, anomálie obličeje – mongoloidní vzhled, ploché rysy, ve vnitřním koutku oka kožní řasa – dojem šikmých očí, uši jsou menší, ústa pootvřená, opoždění duševního vývoje, nejčastěji **trisomie 21. chromozomu**, popř. jeho translokace na 15. chromozom nebo mozaika (část buňky normální, část trisomie)
- Edwardův syndrom – **trisomie 18. chromozomu**, nízká porodní váha, malá, abnormálně tvarovaná hlava, malá čelist a ústa, sevřené pěsti s překrývajícími se prsty, nevyvinuté nebo chybějící palce, srdeční poruchy, problémy s přijímáním potravy, obtížné dýchání, opožděný růst
- Patauův syndrom – **trisomie 13. chromozomu**, mikrocefalie, mikroftalmie, anoftalmie (oči chybí), kyklopie, rozštěp patra a rtu, na dlani – opičí rýha, polydaktylie, chodidla ve tvaru houpacího křesla, kryptorchismus (nesestouplá varlata), srdeční vady, doba přežití asi 2 měsíce
- Cri du chat (syndrom kočičího mňoukání) – **delece, ztráta části 5. chromozomu**, u novorozenců zvuky podobné kočičímu mňoukání, nízká porodní váha, potíže se sáním a polykáním, mikrocefalie, mentální retardace, poruchy růstu, často letální

- DiGeorgův syndrom – **delece na dlouhém rameni 22. chromozomu**, imunodeficience, hypoplazie thymu a příštítných tělísek
- Turnerův syndrom – **absence chromozomu X**, sestava XO, žena, porucha růstu, sluchu, zraku, pigmentace pokožky, neplodnost, opožděnost duševního vývoje
- Klinefelterův syndrom – **XXY**, výjimečně XXXY nebo mozaika, muž, narušení vývoje varlat, poruchy plodnosti, snížená potence a duševní schopnosti
- Supermale – **XXY**, muž, lehká duševní retardace, vyšší postava, sklon k agresivitě, snížená plodnost
- Superfemale – **XXX**, žena, opožděný duševní vývoj, plodnost snižena nebo chybí

## Genetické inženýrství a biotechnologie, klonování, nové objevy na poli genetiky

### - Genové inženýrství:

- Umožňuje zaměřenou konstrukci genotypů metodami molekulární biologie
- Umělá syntéza GI nebo izolací genů z organismů, jejich řízený přenos do jiných organismů a zajištění exprese této cizorodé GI
- Význam – léčba dědičných chorob, vytváření rezistence a nových vlastností kulturních plodin (produkce bílkovin toxických pro larvy hmyzu)
- Výroba farmaceutických produktů – inzulín, somatotropin, vakcína proti hepatitidě B, faktor 8, interferony, ATB)
- Tvorba a pomnožování organismů fixujících vzdušný dusík a odbourávajících odpadní látky
- Zavádění nových technologií
- Rekombinace DNA – hlavní metoda genového inženýrství
- Postup:
  - Izolace genu, který chceme přenést, lýza buňky (detergenty), odstranění ostatních součástí centrifugací, vysrážení a rozpuštění ve vodném roztoku, rozpuštění DNA na fragmenty – enzymaticky – restriční endonukleáza – štěpí DNA v místě palindromu (z obou stran se čte stejně)
  - Rozrušení vazby mezi fosfátovými skupinami, na konci fragmentů specifické zakončení – palindrom, stejným enzymem nutno rozštěpit donorovou i akceptorovou DNA – většinou v plazmidech
  - Spojení fragmentů v rekombinantní molekulu DNA – pomocí enzymu DNA-lygázy
  - Vnesení rekombinované molekuly do buňky a začlenění do jejího genomu
  - Zajištění exprese vneseného genu
- Problém s introny v eukaryotickém genomu – prokaryotická buňka je po transkripci neumí odstranit → neizolujeme přímo gen, ale jeho mRNA – použijeme jako matrici pro syntézu komplementárního úseku DNA – reverzní transkriptáza, převedeme na dvojřetězec – DNA polymeráza – včlenění do plazmidu

### - Geneticky modifikované organismy (GMO):

- Organismus, kromě člověka, jehož genetický materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou některým z technických postupů molekulární a buněčné biologie, způsobem, kterého nelze dosáhnout přirozenou rekombinací
- Přenos:
  - Cisgenní – z příbuzných organismů
  - Transgenní – ze vzdáleného organismu – z bakterie na rajče, z ryby na rostlinu
- Pomato, wholphin, polyploidní pšenice, 1. GMO – transponovaná bakterie rodu Streptococcus
- Přenos nejčastěji pomocí plazmidu
- Zvýšení výnosů, odolnosti a nutriční hodnoty
- Příprava léčiv ve vyšším množství a kvalitě
- Boj proti hladomoru
- „jedlé vakcíny“, „pyrotechnický plevel“
- Modifikace živočichů – např. svítící rybičky
- Poškození genu pro myostatin – myš svalovec



- U nás zakázané
- Nebezpečí – přenesení rezistence vůči herbicidům z kulturních rostlin na plevel, vznik alergií, užívání upraveno zákonem, všechny GMO nutně označit
- DNA diagnostika:
  - DNA hybridizace – vyšetření DNA na přítomnost mutantních alel, ztráty nebo zmnožení alel či chromozomů atd.
  - Využívání sond – uměle vytvořené úseky DNA se známou sekvencí a hybridizace DNA
  - Sonda je označena fluorescenčním barvivem nebo radioaktivně
  - DNA – stabilní molekula, lze rozrušit – denaturace (90°C) – po ochlazení reasociace = znovuspojení řetězců
  - Sonda v dostatečné koncentraci se váže ke komplementární m úsekům dříve než původní, tj. nastane hybridizace
- Projekt čtení lidského genomu:
  - Metody genového mapování:
    - Genetické mapy – na základě procenta crossing-overu, tj. Morganova čísla
    - Cytologické mapy – vycházejí ze studia chromozomů
    - Fyzikální mapy – založené na přímé analýze sekvence DNA
    - Metoda PCR
  - 1985 – záměr prostudovat sekvence celého lidského genomu
  - 1990 – USA – Human genome project (HGP) – zmapování lidského genomu a objasnění funkcí genů + studium dalších modelových organizmů – Escherichia coli, huseníček, drozofila, hlístice, mus musculus
  - Účast mnoha laboratoří v USA i jinde
  - Činnost řídilo mezinárodní konsorcium odborníků
  - Současně – soukromá americká firma – pod vedením Craiga Ventera
  - Plán na 15 let, ale technologický pokrok a konkurence mezi týmy urychlili postup
  - Červen 2000 – dokončení předběžné verze sekvence
  - Únor 2001 – časopis Nature a Science publikovali články s ukázkami výsledků
  - Výsledky – 1 haploidní sada = 3,2 mld párů bází, 30 000 genů (odhad byl 100 000), větší část genomu tvořena sekvencemi, jejichž funkce je neznámá – nekódující sekvence – introny + repetitivní sekvence, jen 1/3 genomu se přepisuje do RNA a 1,5% genomové DNA tvoří exony strukturálních genů, známá je sekvence, ne funkce proteinových produktů, situaci komplikují regulační geny – ovlivňují funkci jiných genů
  - Genomika, genové čipy
- Genová terapie:
  - Přímá náprava genových mutací v genomu člověka vpravením GI do buňky
  - Význam jen u buněk, které se rychle množí a přenáší vertikálně GI (kmenové buňky kostní dřeně, kožní buňky a buňky některých epitelů vnitřních orgánů)
  - „napravené“ buňky často z tkání mizí a terapii je nutno opakovat
  - Využití – cystická fibróza, nádorová onemocnění způsobená mutací konkrétních genů, kombinovaná imunodeficiencie SCID, obohacování genomu umělými geny, např. pro zabránění replikace viru HIV, některé civilizační choroby – vysoký TK, deprese
- Šlechtění rostlin:
  - Zlepšení přirozené kvality nebo výnosu, dědičná úprava – zásah do genotypu
  - Výnos lze ovlivňovat posilováním výživy, ochranou před škůdci – nedědí se
  - Geny řídí např. rychlost růstu, stavbu listu, intenzitu fotosyntézy, obsah lepku v zrna, velikost plodu...
  - Metody:
    - Výběr jedinců – umělý výběr
    - Polyploidizace – pšenice, jetel

- Haploidizace – užití prašnickových kultur, z nezralých pylových zrn vypěstovaná haploidní zrna, mutagenézí se diploidizují, základem pro diploidní homozygotní čistou linii, např. řepka
- Křížení – genový materiál se udržuje ve formě rostlin o známých genotypech ve šlechtitelských školách nebo přímo ve formě sekvencí DNA v genových bankách, vypěstované odrůdy je nutné sledovat udržovacím šlechtitelstvím – snadné u rostlin, které se množí vegetativně, např. brambory, ovocné dřeviny- roubování, při pohlavním rozmnožování – štěpení, rostlina zplaňuje
- Heteroze – hybridy (heterozygoti) jsou větší a silnější než homozygotní rodiče, cukrová řepa – k heterozí vedou triploidní hybridy vznikající z křížení diploidů s tetraploidy
- Vzdálená hybridizace – mezidruhové a mezirodové křížení – nefunguje přirozeně, nutno např. formou splývání protoplastu v kulturách – somatická hybridizace, např. triticales (pšenice x žito)
- Mutageneze – mutace většinou recesivní, proto nutno vypěstovat homozygotní generaci

- Plemenitba živočichů:

- Princip podobný jako u rostlin
- Metody omezeny na umělý výběr a křížení, odrůda u rostlin – plemeno u živočichů
- Většina znaků kvantitativní povahy – ztížení výběru – plemeni býci testováni na přítomnost nežádoucích recesivních alel v genotypu
- Nutno vyvarovat se příbuzenskému křížení – vedlo by k inbrední depresi – projev homozygotní sestavy recesivních alel
- Ovlivnění pohlaví potomků – selekcí spermatu s X a Y chromozomy
- Umělá inseminace – hlavně skot a prasata
- Embryotransfser – od 70. Let 20. St – kombinace geneticky a fyziologicky vhodných rodičů, většinou ve stádiu 8 blastomer, rozděleny, z každé nový jedinec, klon shodných jedinců
- Embrya lze konzervovat mrazením
- Ovce Dolly – 1. Klonovaný savec

# MO č. 30 – Ekologie a ochrana životního prostředí

*Ekologie = věda o vztahu mezi organismy a prostředím a mezi organismy navzájem*

## Dílčí ekologické vědy:

- *Autekologie = ekologie jednotlivých druhů*
- *Demekologie = studuje populace*
- *Synekologie = studuje společenstva a ekosystémy*
- *Ekologie biotů = studuje biomy, je příbuzná biogeografii*
- *Environmentalistika = věda zabývající se vztahem člověka a životního prostředí*

## **ZÁKLADNÍ POJMY**

- **Biotop** = místo, v němž žije společenstvo organismů, je charakterizováno podmínkami podnebí, podmínkami půdního podkladu i vlivy okolních organismů, tj. abiotickými i biotickými faktory prostředí (rybník, les, louka)
- **Stanoviště = lokalita = naleziště** = topograficky jednoznačně vymezené místo výskytu (obecní rybník severně od Kolína)
- **Ekoton** = hraniční pásmo mezi ekosystémy, je druhově velmi bohatý – zastoupeny organismy stýkajících se ekosystémů (Přechod lesa a louky, pole a louky ...)
- **Ekologická nika** = místo a funkční zařazení organismu v ekosystému (prostorová nika + potravní nika)
- *Určitá nika může být trvale obsazena jen jedním druhem organismu.*
- *Niky nejsou dány předem, ale vznikají až procesem adaptace jednotlivých organismů.*
- **Ekologická valence** = rozmezí podmínek, v nichž je organismus schopen žít
- **Ekologická valence je vymezena hranicemi:**  
*Minimum (dolní mez) = nejnižší hodnota podmínek, v nichž organismus ještě může přežít, letální hranice*  
*Maximum (horní mez) = nejvyšší hodnota podmínek, v nichž organismus ještě může přežít, letální hranice*  
*Optimum = hodnota podmínek nejvhodnější pro život organismu*

## Šířka ekologické valence:

- **Úzká** → organismy **stenovalentní (stenoekní)** – mají malou toleranci ke kolísání podmínek prostředí → bioindikátory (rak říční, pstruh, hořec)
- **Široká** → organismy **euryvalentní (euryekní)** – mají velkou toleranci ke kolísání podmínek prostředí (moucha, bakterie, člověk...)
- **Limitující faktor** = složka, která v určitém prostředí může nejnárodněji vybočit z ekologické valence (kyslík ve vodě, voda na souši ...)
- **Ekologická valence:**  
*U jednoho a téhož organismu se může vůči různým faktorům lišit rozsah ekologické valence svojí šířkou*  
*Podle druhu faktoru vnějšího prostředí je odvozován **název valence:***  
**Teplota** – stenotermní x eurytermní  
**Vlhkost** – stenohygrické x euryhygrické  
**Světlo** – stenofotní x euryfotní  
**Koncentrace soli** – stenohalinní x euryhalinní

- **Liebigův zákon minima**

*Během ontogeneze organismu se mohou jeho požadavky na podmínky prostředí měnit.*

**Žádný z faktorů nesmí překročit hranice ekologické valence, jinak dochází ke smrti organismu.**

**Areál** = soubor stanovišť na Zemi, kde daný druh organismu žije a rozmnožuje se  
*Velikost areálu je dána ekologickou valencí druhu → euryvalentní druhy – velké areály, stenovalentní druhy – malé areály*

**Kosmopolitní organismy** – žijí téměř na celé Zemi (bakterie, potkan)

**Endemické organismy** – žijí pouze na určitých místech na Zemi (kivi jižní – Nový Zéland, violka sudetská – karpatský endemit)

**Reliktní organismy** – druhy s původně větším areálem, po změně podmínek ustoupily a v současnosti přežívají na daném území na malých plochách, jinde, kde podmínky zůstaly zachované, žijí hojně (ostružiník moruška - v Krkonoších glaciální relik, ve Skandinávii – hojný)

**Synantropní organismy** – doprovázejí člověka a jeho sídla (myš domácí, pětour maloušborý)

**Ruderální organismy** – žijí na skládkách a rumišťích (lebeda)

### **Typy areálů:**

- **Původní** – druh je zde původní = **autochtonní**
- **Druhotný** – druh je zde cizí = **allochtonní** – byl zavlečen nebo úmyslně vysazen = **introdukovaný** (mandelinka bramborová, borovice vejmutovka) – introdukce může ohrozit původní druhy organismů, narušit rovnováhu v ekosystému (králíci v Austrálii, kozy bezoárové na Pálavě)
- **Reintrodukovaný druh** = druh na daném území původně žil, vymizel a následně byl opět vysazen (rys v Karpatech)

## **ORGANISMY A PROSTŘEDÍ**

Prostředí je tvořeno složkou:

**Abiotickou** = neživá příroda

**Biotickou** = živá příroda

## **ABIOTICKÉ PODMÍNKY ŽIVOTA**

### **SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ**

- **Ultrafialové záření** (90% zachycuje ozonoféra) – tvorba vitamínu D, jinak většinou škodlivé (mutagenní, baktericidní, brzdí růst rostlin)
- **Viditelné světlo** → *fotoperioda* = změny v délce světelné části dne, je příčinou periodicity biologických jevů = *biorytmů* (sezónní a cirkadiánní)
- **Infračervené záření** – jeden ze zdrojů tepla

### **Význam viditelného světla:**

**Rostliny** – fotosyntéza, stimulace hormonů (rostliny krátkodenní, dlouhodobí, neutrální)

**Živočichové** – orientace zrakem, tvorba pigmentů, denní aktivita (živočichové denní, soumravní, noční), stimulace hormonů, migrace

### Organismy podle nároků na světlo:

**Světломilné = fotofilní** (*modřín, rostliny stepní, pouštní, horské*)

**Stínomilné = skiofilní** (*kapradiny, mechy*)

**Temnomilné = fotofobní** (*krtek, žížala*)

### **TEPLO**

**Zdroje tepla:** *sluneční záření, metabolismus*

### Organismy podle nároků na teplo:

**Eurytermní** (*puma americká, sysel, štika, holub, většina lučních a hájových rostlin*)

**Stenotermní**

**Chladnomilné = psychofilní** (*ostružiník, tučňák, sob*)

**Kryofilní** – *žijí na sněhu a ledu (chvostokoci)*

**Teplomilné = termofilní** (*řasy horkých pramenů, banánovník, palmy, anakonda, žirafa*)

### **Význam tepla:**

*Rostliny* – ovlivňuje fyziologické pochody (*opad listů, rozmnožování*)

*Živočichové:*

**Poikilotermní = exotermní** – *teplota podstatně ovlivňuje jejich celkovou aktivitu, nižší teplota → stav strnulosti = anabiózy*

**Homoiotermní = endotermní** – *teplota ovlivňuje velikost a zbarvení těla, chování, příjem potravy a vody, migrace*

- **Allenovo pravidlo** = *v chladnějších oblastech mají živočichové téhož nebo blízce příbuzných druhů relativně kratší končetiny, ocas a uši, protože vyčnívající části těla snadno chladnou, dělení buněk probíhá pomaleji a růst těchto orgánů byl během evoluce potlačen*
- **Bergmanovo pravidlo** = *geografické rasy téhož živočišného druhu nebo blízce příbuzné druhy mají v teplejších oblastech menší velikost těla, v chladnějších oblastech jsou naopak větší, což umožňuje hospodárnější využití tepla vzhledem k relativně menšímu povrchu jejich těla*
- **Glogerovo pravidlo** = *v teplejších a vlhčích částech areálu se u teplokrevných živočichů zvětšuje tvorba tmavých pigmentů a ve zbarvení srsti převládají červenohnědé tmavší odstíny, naopak v chladnějších sušších oblastech převládají ve zbarvení světlejší šedé odstíny*
- **Zimní spánek = hibernace** = *aktivní snížení životních funkcí, strnulost těla (ježek, křeček, netopýr)*
- **Nepřavý zimní spánek** = *během hibernace se nesnižuje tělesná teplota, možnost probuzení i během zimy (medvěd, jezevec)*
- **Letní spánek = estivace** (*pouštní hlodavci, stepní sysel, pouštní plazi, poloopice, někteří vačnatci*)

### **VZDUCH**

- **Tlak vzduchu** – *organismy eurybarní (většina bezobratlých, hmyz) a stenobarní (ptáci, savci)*
- **Hustota** – *ve srovnání s vodou je menší → malá nosnost → menší rozměry a hmotnost létajících živočichů, nutnost vytvoření orgánů opory těla, ale snazší pohyblivost*
- **Proudění vzduchu = vítr** → význam:

**Rostliny** – pozitivní (opylení, transport diaspor), negativní (vývraty, vysoušení, vlnkové formy soliterních stromů)

**Živočichové** – pozitivní (transport, orientace, plachtění), negativní (zavlečení do nepříznivých podmínek, ochlazování, vysoušení)

• **Složení:**

- **Kyslík** – nezbytný pro aerobní organismy, pro anaeroby toxický
- **Oxid uhličitý** – nezbytný pro fotosyntézu, pro živočichy není toxický, ale nedýchatelný
- **Dusík** – přímo využívají jen některé prokaryotické organismy (bakterie, sinice)
- **Vzdušná vlhkost** – ovlivňuje vodní bilanci suchozemských organismů

**Význam vzdušné vlhkosti** – ovlivnění tvorby melaninů, aktivity, rojení hmyzu, rozmnožování, růst a vývoj hub a mikroorganismů; nadměrná vlhkost ztěžuje termoregulaci a transpiraci

**Organismy podle nároků na vzdušnou vlhkost:**

**Euryhygrické** (pavouk pancířník)

**Stenohygrické**

**Vlhkomilné = hygofilní** (obojživelníci, půdní živočichové)

**Střední vlhkost = mezofilní** (většina organismů)

**Suchomilné = xerofilní** (sukulenty, kavyl)

**SMOG:**

- **smog losangelského typu (fotochemický)**  
↑ konc. výfukových plynů ( $NO_x$ ), proudění vzduchu, vlhkost vzduchu, teplota 25 - 30°C, intenzivní sluneční záření.
- **smog londýnského typu (u nás obvyklejší!)**  
pevné částice, kapičky  $H_2SO_4$ , plynný  $SO_2$ , vyznačuje se hustou mlhou, hlavně v zimním období, max. konc. ráno a při teplotě 0 - 5°C.

**VODA**

- **Mořská**
- **Brakická**
- **Sladká**
- **proudící = lotická**
- **stojatá = lenitická**
- **podzemní = stygon** (bezkrunýřka slepá, macarát, rostliny chybí)
- **rašeliniště** – nízké pH (huminové kyseliny), nedostatek dusíkatých látek (rosnatka, suchopýr, larvy chrostíků)
- **periodické vody = dočasné** – při vyschnutí organismy v anabióze nebo v klidových stádiích (vajíčka listonoha)

**Vodní organismy:**

- **Pelagické** = žijí v otevřených vodách (tuňák, žralok)
- **Bentické** = žijí u dna (rejnok, nitěnka)
- **Planktonní** = vznášejí se u hladiny (buchanka, perloočka)
- **Nektonní** = aktivně plovoucí (většina ryb)
- **Litorální** = žijí v pobřežních vodách (chobotnice, ostrorep)

- **Abysální** = žijí v mořských hlubinách (d'as mořský)

### Vliv vody na vodní organismy:

- 1) Salinita** – ovlivňuje zamrznání vody, osmotické děje, pohyb, orientaci, migrace  
Organismy podle nároků na salinitu:  
**Euryhalinní** (slávička mnohotvará, žábronožka solná)  
**Stenohalinní** (sladkovodní i mořské organismy, např. ostnokožci)  
**Cyklicky holoeuryhalinní** = střídají sladkou a slanou vodu (losos, úhoř)
- 2) Hustota** – větší než hustota vzduchu → nadlehčuje → větší rozměry a hmotnost vodních organismů (plejtvák, krakatice), ovlivňuje tvar těla → **hydrodynamický tvar**
- 3) Povrchové napětí** – vznik povrchové blanky → možnost pohybu po hladině (vodoměrka, bruslařka)
- 4) Hydrostatický tlak** – roste s hloubkou (v hloubce 10 km je tlak  $10^8$  Pa) → zvýšení rozpustnosti  $CO_2$  a vápenatých solí → redukce koster hlubinných organismů, vliv na metabolismus bílkovin; nebezpečné jsou změny tlaku  
Organismy podle nároků na tlak vody:  
**Eurybatické** (planktonní rakovci)  
**Stenobatické** (ryby s plynovým měchýřem)
- 5) Propustnost světla** – kolísá od několika cm do několika metrů  
Eufotická vrstva = dostatečně prosvětlená, převládá fotosyntéza nad dýcháním
- 6) Teplota** – limitující faktor vodního prostředí → rozpustnost  $O_2$  ve vodě výrazně kolísá ve sladké vodě  
Organismy podle nároků na teplotu vody:  
**Eurytermní** (druhy termálních pramenů, štika, okoun říční)  
**Stenotermní** (korály, ploštěnka horská, pstruh obecný)
- 7) Hodnota pH** – dešťová voda = 5,6; mořská voda = 8,3; rašeliniště = 3; vápenatá voda = 10  
Organismy podle nároků na pH vody:  
**Euryiontní** (vířník, ploštěnka)  
**Stenoiontní**  
**Alkalifilní** (rak říční)  
**Neutrální** (většina organismů)  
**Acidofilní** (chrostík, znakoplavka, kořenonožci, dvojčatkovité řasy)
- 8) Kyslík** – limitující faktor ve stojatých sladkých vodách, obsah kolísá  
Organismy podle nároků na kyslík ve vodě:  
**Euryoxybiontní** – ve stojatých eutrofických a znečištěných vodách (beruška, fauna dna jezer)  
**Stenooxybiontní** – v tekoucích čistých vodách (pstruh, mihule)



### 9) Obsah živin – rozdělení vod podle obsahu anorganických látek:

**Oligotrofní voda** – málo živin, voda čistá, bohatá na O<sub>2</sub>, málo planktonu (Bajkal)

**Mezotrofní voda** – průměrný obsah živin a produkce planktonu

**Eutrofní voda** – mělká, s velkým obsahem živin, rychlý růst planktonu, voda zakalená, málo O<sub>2</sub> (Pekovo jezero v USA)

Organické látky vedou k nadměrné eutrofizaci vody

### Vliv vody na suchozemské organismy:

Voda na souši je limitující faktor

#### Rostliny:

**Vodní = hydrofyty** (okřehek, lakušník, leknín)

**Vlhkomilné = hygropyty** (blatouch)

**Střední nároky = mezofyty** (kopretina)

**Suchomilné = xerofyty** (kavyl)

**Živočichové:** nízká spotřeba (kožojed, potemník, pouštní živočichové, někteří živočichové jsou vázáni na vodu svým zárodečným vývojem (hmyz, obojživelníci)

### **PŮDA = PEDOSFÉRA**

**Edafon** = soubor všech organismů žijících v půdě (řasy, bakterie, houby, prvoci, žížaly, hmyz, obratlovci)

**Důležité faktory:** struktura, pórovitost, sorpční schopnost, vlhkost, obsah vzduchu, teplota, světlo, pH, salinita

### Organismy:

#### a) Podle obsahu živin

**Oligotrofní** – žijí na půdách chudých na minerály (vřes)

**Mezotrofní** – žijí na půdách se střední zásobou živin (trávy)

**Eutrofní** – žijí na půdách bohatých živinami (lilie)

#### b) Podle speciálních nároků na určitou živinu

**Halofilní** – půdy s vysokým obsahem solí – chloridů, síranů, uhličitánů (někteří brouci, ploštice, lebeda)

**Halofobní** (mrkev, květák, většina našich listnatých stromů)

**Kalcifilní** - vápnomilné (někteří plži, mnohonožky, koniklec, lomikámen)

**Kalcifobní** – nesnášejí vápník (azalka, rosnatka, vřes)

**Nitrofilní** – půdy bohaté na dusík (kopřiva, maliník, lebeda, kakost smrdutý, pýr)

**Nitrofobní** – na půdách s nedostatkem dusíku (rosnatka, rojovník, klikva žoravina)

#### c) Podle pH

**Acidofilní** – na kyselých půdách (azalka, vřes, kostřava ovčí, bika hajní)

**Neutrofilní** (většina organismů)

**Alkalofilní** – na zásaditých půdách – vápence (koniklec, sleziník, bělozářka liliovitá, plži)

### **BIOTICKÉ PODMÍNKY ŽIVOTA**

## POPULACE

**Populace = soubor jedinců téhož druhu (různého stáří), který žije v určitém prostoru v určitém čase a mezi nimiž je obvykle možná trvalá výměna genetických informací** (populace d'áblíku bahenního na břehu rybníka Svět v roce 2007)

V populaci se uplatňují **vnitrodruhové vztahy** – konkurence, hierarchie, sociální vztahy

### Hustota populace = densita

- Vyjadřuje se počtem jedinců nebo biomasou na jednotku plochy nebo prostoru
- **Maximální hustota** je dána **nosnou kapacitou prostředí** (potrava, prostor, světlo ...)
- **Minimální hustota** je dána **nejmenším počtem jedinců nutných na rozmnožování, lov (smečka), ochranu ...** → octne-li se populace na této hranici = **ohrožený druh** (Červená kniha)
- **Kolísání hustoty** – závisí na způsobu rozmnožování a na vnějších podmínkách
- **Oscilace** = krátkodobé kolísání (během roku) – rozmnožování, migrace ...
- **Fluktuace** = dlouhodobé kolísání (během několika let) – přemnožení (**gradace**), vyhubení

### Rozmístění populace = rozptyl = disperze

**Rovnoměrné** – les, přisedlí živočichové

**Náhodné** – larvy brouků v mouce, stromy v parku

**Shloučené** – stáda býložravců, trsy trav – je nejčastější

**Lineární** – např. u druhů obývajících břehové porosty tekoucích vod (skorec vodní na potoce), kachny nebo rackové na tahu (dočasně)

**Plošná** – obratlovci obývající zemský povrch nebo žijící těsně pod ním (obojživelníci, plazi, hlodavci), živočichové na dně vodních nádrží

**Prostorová** – vodní obratlovci obývající různé vodní vrstvy, stromoví ptáci, šplhaví savci

### Struktura populace = složení = skladba

- Předurčuje vývoj populace v budoucnosti
- Struktura je dána:
  - Poměrem pohlaví
  - Věkovou strukturou
  - Sociální strukturou (hierarchie)

### Věková struktura populace:

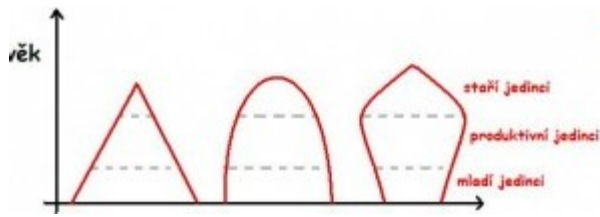
*Preproduktivní* – pohlavně nedospělá mláďata

*Reproduktivní* – jedinci schopní rozmnožování

*Postproduktivní* – staří jedinci neschopní rozmnožování (v přírodě chybí)

### Věková struktura populace

- **Pyramida** – rozvíjející se populace s velkým množstvím mladých jedinců
- **Zvon** – stálá populace s velkým dílem mladších i starších rozmnožujících se jedinců
- **Urna** – umírající populace s malým podílem mladých a velkým podílem starých jedinců



## Růst populace

= zvětšování počtu jedinců, rozhoduje vzájemný poměr mezi natalitou a mortalitou a migrace

- **Natalita = množivost = porodnost** – počet nových jedinců za určitou dobu
- **Fyziologická množivost = maximální** – teoretická maximální produkce potomků za ideálních podmínek = **biologický (biotický) potenciál populace** (je konstantní)
- **Skutečná množivost = ekologická = realizovaná** – dána skutečnými podmínkami prostředí (je proměnlivá)
- **Mortalita = úmrtnost** – počet uhynulých jedinců za určitou dobu
- **Minimální mortalita = teoretická** – za ideálních podmínek (je konstantní)
- **Ekologická mortalita = realizovaná** – dána skutečnými podmínkami, je vždy vyšší než minimální úmrtnost (je proměnlivá)
- Vysokou úmrtnost mívají mlád'ata, vývojová stádia (hmyz, organismy se složitým vývojovým cyklem) → vysoká množivost

## Stěhování

Ovlivňuje růst populace

- migrace** – přesuny se zpětným návratem
- emigrace** – vystěhování
- imigrace** – přistěhování

Růstové křivky – vyjadřují způsob růstu populace

- **Exponenciální = tvar J** = nepůsobí-li omezující faktory prostředí → přemnožení druhu (mšice, chřipková epidemie, parazitické houby), častá u introdukovaných nebo zavlečených druhů (králík v Austrálii)
- **Sigmoidní = tvar S** = působí omezující faktory prostředí = **nosná kapacita prostředí** → omezení růstu (nejčastější typ růstu)

**R – strategové** (dle specifické rychlosti růstu  $r$ ) - krátkodobá, extrémní a nepředvídatelná stanoviště – možnost rychlého růstu populace bez konkurenčních vlivů

**K – strategové** (dle nosné kapacity prostředí  $K$ ) - populační hustota se pohybuje kolem nosné kapacity prostředí - stabilní předvídatelná prostředí – uplatnění díky konkurenční zdatnosti

## **BIOCENÓZA**

**Biocenóza = společenstvo** = soubor populací různých druhů organismů na určitém biotopu

Uplatňují se mezidruhové vztahy

- **Dominantní populace** – populace určující ráz společenstva (většinou rostliny)
- **Klíčová populace** – populace, na níž jsou ostatní druhy závislé

**Diversita společenstva = druhová pestrost** → čím je větší, tím je společenstvo stabilnější → schopnost autoregulace, sebeobnovy a vývoje = **sukcese**

Stabilní společenstvo – např. tropický prales

Nestabilní společenstvo – např. zahrada – na její udržení je nutná dodateková energie (obdělávání ...)

## Rozvrstvení společenstva = stratifikace

### a) v prostoru

- vertikální = rostlinná patra
- horizontální (okraj x střed lesa, pobřeží x volný oceán)

### b) v čase

- během sezóny = fenologický aspekt

#### Fenologický aspekt listnatého lesa:

- Jarní aspekt – stromy bez listů, rozvoj světlomilných bylin
- Letní aspekt – olistěné stromy, ústup světlomilných a rozvoj stínomilných bylin

- během delšího období

## Vztahy ve společenstvu = interakce

- mohou být symetrické nebo asymetrické (oba druhy shodně přínosem či je hendikepují/jiný vliv na zúčastněné)

1) **protokooperace** = vzájemně prospěšné nezávazné sdružování, které může být kdykoliv přerušeno, umožňuje např. lepší ochranu před nebezpečím (skupiny zeber – čich a pštrosů – zrak)

2) **komenzalizmus** = soužití pro jeden druh nezbytné, druhý není poškozen (líány využívají jiné rostliny jako oporu, hyeny požírají zbytky lví kořisti)

3) **mutualismus = symbióza** = nezbytné a trvalé vzájemně prospěšné soužití (rostliny a jejich opylovači, mykorrhiza)

4) **amenzalizmus = allelopatie = antibióza** = jeden druh organismu – **inhibitor** - poškozuje svými metabolity jiný druh organismu – **amenzála** (antibiotika plísni jsou baktericidní)

5) **konkurence = kompetice** = vzájemné soupeření o životní potřeby mezi organismy s podobnými nikami (rak bahenní vytlačuje raka říčního)

6) **predace** = vztah mezi **dravcem (predátorem)** a jeho **kořistí**; predátor bývá větší a početně slabší než kořist, kterou okamžitě zabíjí; populační hustota predátora a jeho kořisti jsou na sobě závislé → rovnováha v přírodě

## Cyklické kolísání hustoty populace rysa a polárního zajíce v Severní Americe

**Vztah mezi kořistí a predátorem** vyjádřil matematicky italský vědec Vito Volterra

### Závěry:

- Populace kořisti a predátora kolísají kolem středních hodnot
- Kořist je vždy početnější než dravec
- Vzrůst populace dravce se časově zpožďuje za růstem kořisti

7) **parazitismus** = vztah mezi **hostitelem** a **parazitem**; parazit je vždy menší a početně silnější než hostitel, má i větší množivost, poškozuje zdraví hostitele a po určité době může

způsobit jeho smrt; častá je specializace na jednoho hostitele, složitý ontogenetický vývoj, velká množivost

- **obligátní** – musí parazitovat
- **fakultativní** – příležitostný
- **endoparazit** – uvnitř
- **ektoparazit** – na povrchu

## EKOSYSTÉM

**Ekosystém = biocenóza + neživá příroda**

Mezi jeho složkami existují vzájemné vztahy

Ekosystém = otevřená soustava → výměna látek, energie a organismů s okolím

**Rozdělení organismů podle potravních vztahů v ekosystému:**

- 1) **Primární producenti** – autotrofní organismy, fotosyntéza → organická hmota
- 2) **Konzumenti** – heterotrofní organismy, živí se organickou hmotou a vytvářejí novou  
Konzumenti 1. řádu – kopytníci  
Konzumenti 2. řádu – masožravci a všežravci  
Konzumenti 3. řádu – další masožravci
- 3) **Reducenti = dekompozitoři = rozkladači** – rozkládají organickou hmotu na minerální látky

### Potravní řetězec

Soubor organismů, které jsou na sobě potravně (troficky) závislé

- 1) **Pastevně kořistnický** – rostlina → býložravec → drobný masožravec → velký masožravec (velikost těla se zvětšuje, počet klesá)
- 2) **Dekompoziční = rozkladný = detritový** – postupný rozklad organické hmoty za vzniku humusu až minerálních látek: odumřelý organismus → saprofytní hmyz → houba → řada bakterií (velikost těla se zmenšuje, počet roste)
- 3) **Parazitický** – opak pastevně kořistnického – hostitel → parazit → hyperparazit (savec → na něm parazitující hmyz → parazitické bakterie → bakteriofág) - (velikost těla se zmenšuje, počet roste)

V potravních řetězcích dochází k **hromadění škodlivých látek** v tělech konzumentů

### Potravní pyramida

Znázorňuje vzájemné **potravní vztahy** v rámci ekosystému

Znázorňuje **koloběh látek**

Znázorňuje **jednosměrný tok energie**

### Tok energie

Z celkového množství slunečního záření rostliny zachytí a využijí jen 1% pro tvorbu biomasy svých těl = **primární hrubá produkce ekosystému (PHP)**

Část z ní (50%) spotřebují k svému životu (např. dýchání **DR**) a zbývající část = **primární čistá produkce (PČP)** je potravní základnou pro býložravce

Býložravci ji využijí jen částečně (10 – 20%), a to jednak pro tvorbu své biomasy = **sekundární produkce (SP)** a jednak pro krytí svých energetických potřeb (např. dýchání **DŽ**)

Zbývající část z čisté primární produkce (nezkonzumovaná vegetace) = **čistá produkce ekosystému (ČP)**

Na každém stupni dochází ke ztrátám energie (teplo, odpady ...)

### Produktivita ekosystému

Množství organické hmoty (biomasy) vyprodukované na určité ploše za určitou časovou jednotku

### Rozdělení ekosystémů

- **Přírodní ekosystémy** – druhově bohaté, složité potravní vztahy, stabilita, čistá produkce nízká
- **Umělé ekosystémy** – vznikly zásahem člověka, druhově méně početné, nestabilní, neschopné autoregulace, na udržení nutná dodatková regulace

### Rozdělení ekosystémů

a) **suchozemské ekosystémy**

b) **vodní ekosystémy** – sladkovodní a mořské

### Vývoj ekosystému = sukcese

1) **Zmlazení ekosystému** (po zhroucení ekosystému předchozího) – změna podmínek, nové vývojové formy organismů obsazují uvolněné niky = **ekologické nahrazování**

Počet druhů je malý, druhy málo specializované, vzájemné vztahy jednoduché

Produkce potomků velká, působí přírodní výběr, málo jedinců přežívá do dospělosti

2) **Vyzrávání ekosystému – období stabilizace**, společenstva druhově bohatší, vytvářejí složitější vzájemné vztahy, stoupá počet specializovaných druhů

3) **Vrcholové stádium = klimax – ustálené společenstvo**, uplatňuje se autoregulace, druhově velmi bohaté, složité mezidruhové vztahy, dominují specializované druhy

### Sukcese může být:

- a) **primární** – osídlování území po předchozím úplném zničení ekosystému, probíhá pomalu (výbuch sopky)
- b) **sekundární** – osídlování území, na kterém došlo k narušení předchozího ekosystému, probíhá rychleji (paseka)

## **BIOMY**

### Biomy = soubory podobných ekosystémů

V oblastech zemského povrchu se stejným makroklimatem se vyvíjejí podobné typy ekosystémů – vytvářejí se **vegetační zóny = pásma a stupně**

- **Vegetační pásma** – horizontální směr (od rovníku k pólům), např. tropické pralesy, savany, opadavé listnaté lesy, tundry ...
- **Vegetační stupně** – vertikální směr, vytvářejí se v závislosti na nadmořské výšce, např. nížiny, pahorkatiny, horský stupeň

## **BIOSFÉRA**

### Biosféra = soubor všech ekosystémů na Zemi

- Zahrnuje pedosféru, hydrosféru a atmosféru

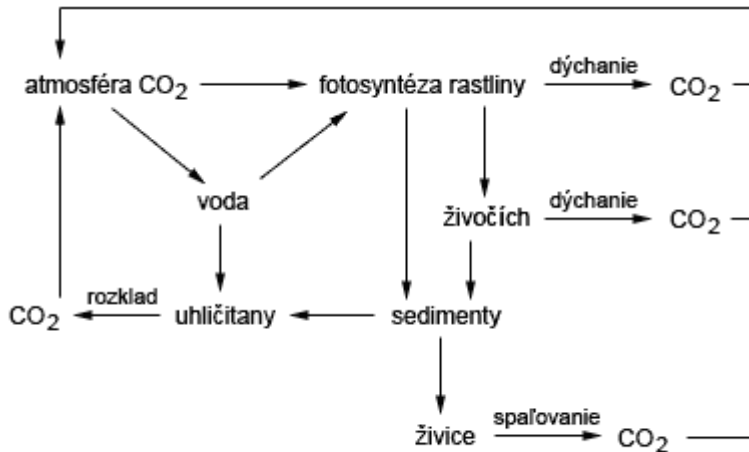
### Hlavní biocykly biosféry



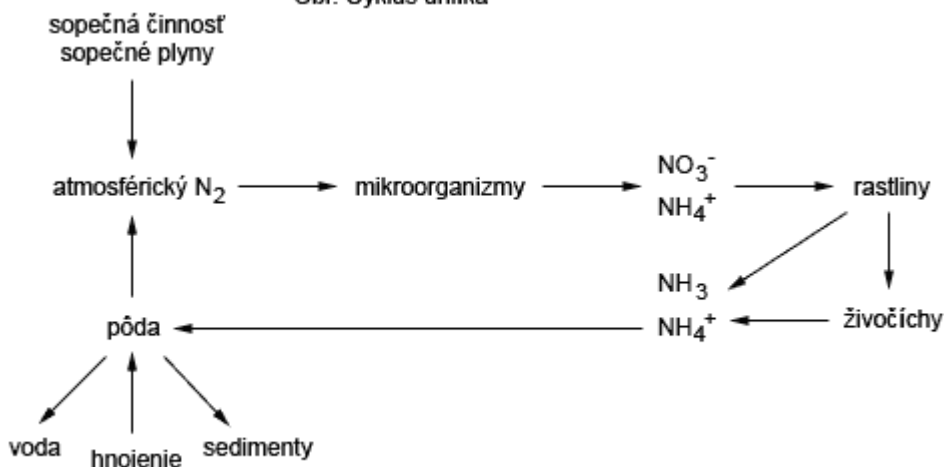
- **Biocyklus pevninský = suchozemský** – druhově nejbohatší, hlavními producenty biomasy jsou zelené rostliny
- **Biocyklus slanovodní = marinní** – oceány a moře, rozlohou největší, druhově méně bohatý, producenty jsou nižší rostliny
- **Biocyklus sladkovodní = limnický** – kontinentální vody, producenty jsou nižší rostliny

## CYKLY LÁTEK

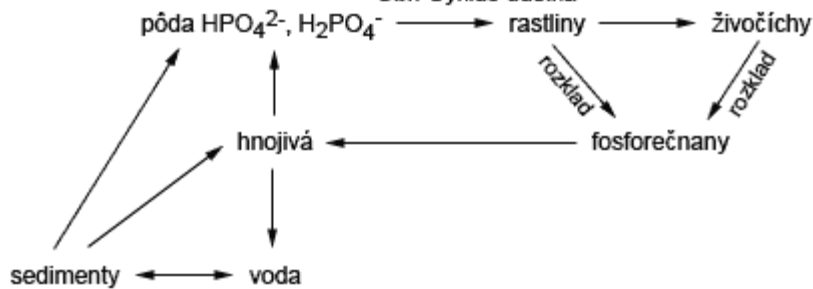
- Biochemické cykly, do všech cyklů vstupuje člověk – antropogenní látky – hnojiva, prací prostředky aj.



Obr. Cyklus uhlíka

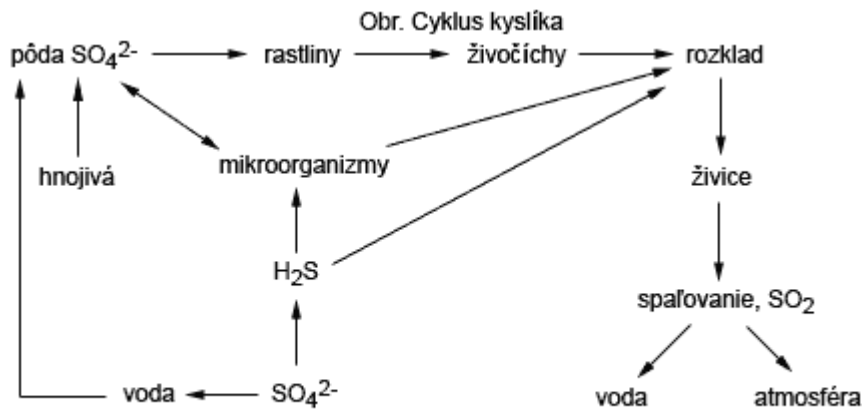
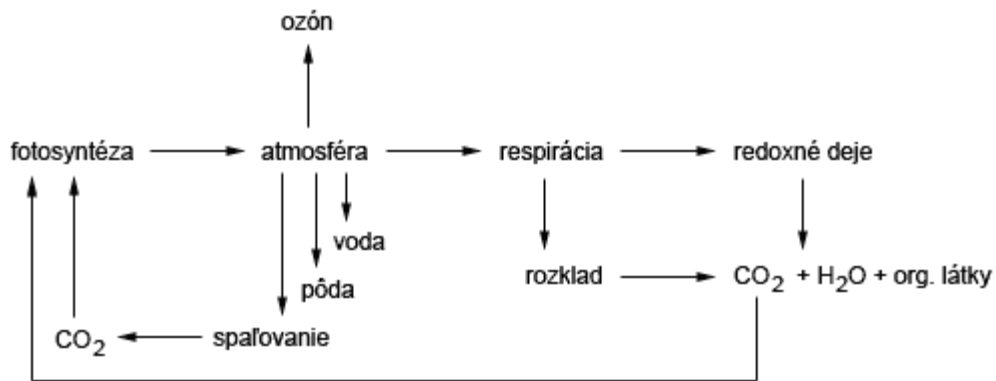


Obr. Cyklus dusíka



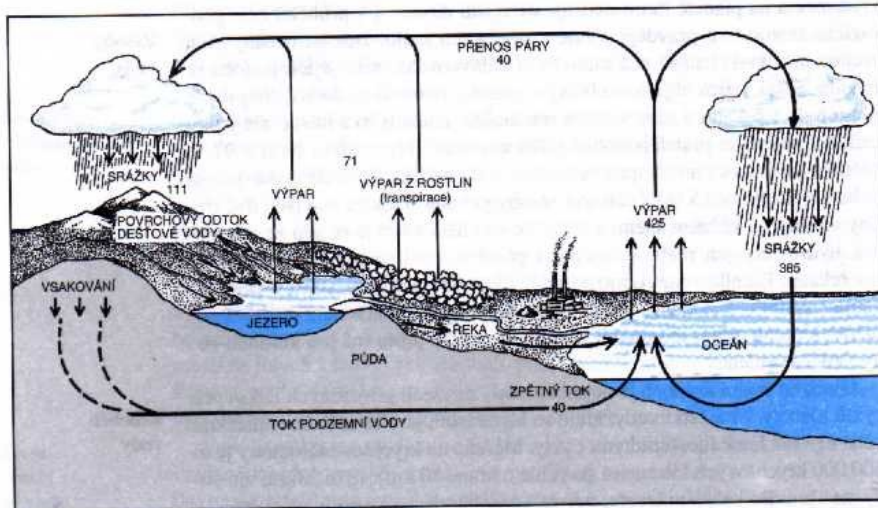
Obr. Cyklus fosforu





Obr. Cyklus síry

## VODNÍ KOLOBĚH



Globální koloběh vody je nejmohutnějším ze všech látkových koloběhů, ročně jím projde přes půl miliardy krychlových kilometrů vody. Má čtyři hlavní cesty: vypařování vody na souši a z oceánů, vodní srážky, transport vody atmosférou ve formě vodní páry a odtok ze souší do oceánů řekami a podzemní vodou. Čísla udávají počet krychlových kilometrů vody za rok.  
(Podle: Scientific American, 1989)

## VLIV ČLOVĚKA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

-environmentalistika

-kyselá dešť-oxidy síry a dusíku

-ekologická stopa (vypočítá se na internetu- „kolik by lidstvo potřebovalo planet, kdyby se všichni chovali jako já?“)

-imise: emise, které se ukládají v životním prostředí

-emise: to, co je vypouštěno přímo (polutanty- výfukové plyny, oxidy dusíku..)

## OCHRANA PŘÍRODY

Např. již Karel IV v Maiestas carolina

1. 3. 1872 americký prezident Grant Yellowstoneký národní park

u nás ochrana v této době v soukromých rukou – např. hrabě Buquoy 1838 rezervace Žofínský prales

**UNESCO – biosférické rezervace-** reprezentativní plochy, monitoring, programy, projekty, u nás jich je 6

- **Světové kulturní a přírodní dědictví** – nás žádné území na seznamu

**Ramsarská smlouva**

**CITES (Washingtonská úmluva)**

**Natura 2000**

**Kjótský protokol** - je protokol k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách.

Průmyslové země se v něm zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 5,2 %.

Instituce ochran ve světě

- OSN
- UNESCO
- IUCN – Mezinárodní unie pro ochranu přírody a přírodních zdrojů
- WWF – Světový fond pro ochranu přírody, financuje projekty
- UNEP – Program Spojených národů v oblasti životního prostředí

Světové programy, konference a úmluvy

- Světová strategie ochrany přírody – základní ekologické principy
- Světová charta na ochranu přírody – dokument OSN
- Člověk a biosféra
- Úmluva o mokřadech mezinárodního významu (= Ramsarská)
- Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými volně žijícími druhy fauny a flory (CITES)
- Montrealský protokol – ochrana ozonoféry
- Agenda 21 – dokument konference OSN v Riu v roce 1992, úkoly pro 21. St – změna životního stylu, boj s chudobou, boj proti odlesňování
- Úmluva o biodiverzitě

## Ochrana přírody v ČR

**Platná právní norma:**

Zákon o ochraně přírody a krajiny

- Obecná ochrana přírody – ochrana organismů a krajiny všeobecně
- Zvláštní ochrana přírody – vymezuje kategorie chráněných území

1. Velkoplošná chráněná území

Národní parky 4 (Krkonošský, Šumava, Podyjí, České Švýcarsko), vyhláší parlament

*Chráněné krajinné oblasti 25 celkem 13% rozlohy státu, vyhláší vláda (Beskydy, Žďárské vrchy, Labské pískovce, Jeseníky, Český kras, Moravský kras, Kokořínsko, Křivoklátsko, Třeboňsko, Jizerské hory, Orlické hory, Pálava, Blaník, České Středohoří, Slavkovský les)*

## *2. Maloplošná chráněná území*

*Národní přírodní rezervace vyhláší ministerstvo ŽP (Boubínský prales, Praděd, Soos)*

*Přírodní rezervace – cenné ekosystémy místního významu např. Prokopské údolí*

*Národní přírodní památky (např. Pravčická brána)*

*Přírodní památky – útvary regionálního významu – vyhláší obce nebo správy NP či CHKO*

*Památné stromy*

*Přírodní parky – ochrana krajiny s estetickými a přírodními hodnotami*

*Územní systém ekologické stability – závazný dokument pro rozvoj dané oblasti, páteří jsou biocentra – části krajiny umožňující trvalou existenci druhů a společenstev – např. remízky, rybníky atp.*

## *Chráněná území jiného druhu*

- *Biosferická rezervace*
  - *Celosvětový význam, vyhláší UNESCO – program Člověk a biosféra, NP Krkonoše, Šumava, CHKO Křivoklátsko, Pálava*
- *Lokality světového dědictví (World heritage)*
  - *Yosemite, Havajské sopky, Bělověžský prales v Polsku*
- *Lokality chráněné Ramsarskou konvencí*
  - *Chráněné mokřady mezinárodního významu, Třeboňsko, Caramaque ve Francii, Fuente de Piedra ve Španělsku*

## **Ochrana druhů**

- *Seznamy zvláště chráněných organismů*

- *Kriticky ohrožené – bledule jarní, koniklec jarní, čolek velký*
- *Silně ohrožený – koniklec luční, skokan zelený, křepelka polní*
- *Ohrožené druhy*