

## Buňka, ultrastruktura - buněčné organely, buněčný skelet, filamenta. Dělení buněk (mitóza, amitóza, meióza)

### Buňka – cellula, kytos

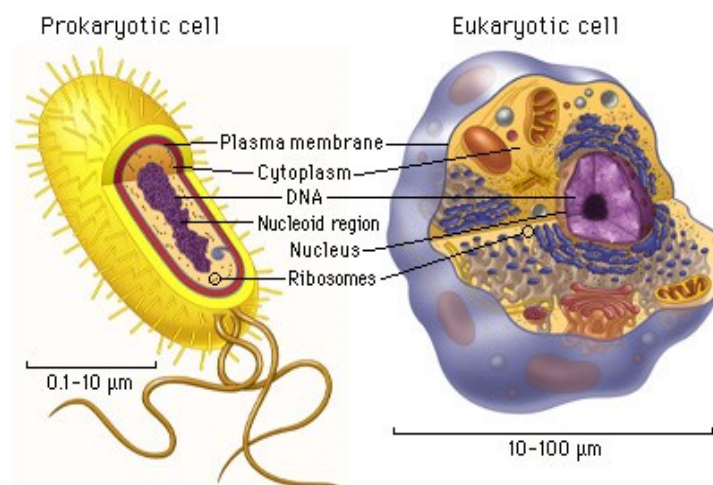
- základní stavební a funkční jednotka živých organismů
- některé organismy jednobuněčné (např. bakterie)

### Buněčná teorie - vědecká teorie-základní kámen biologie

- 1838 botanik **Matthias Jakob Schleiden** a fyziolog **Theodor Schwann** (německý fyziolog, histolog a cytolog, rozvoj buněčné teorie, objev Schwannových buněk a periferního nervového systému, objev a studium pepsinu, objev organického původu kvasinek a zavedení termínu metabolismus)
- **VŠEOBECNĚ PŘIJÍMANÉ TEZE BUNĚČNÉ TEORIE:**
- Buňka je *základní strukturní a funkční jednotkou* živých soustav.
- Všechny organismy se skládají z *jedné nebo více buněk nebo jsou na buňkách závislé* (viry).
- Buňky vznikají z jiných buněk *buněčným dělením*.
- Buňky nesou *genetický materiál* a při buněčném dělení jej *předávají dceřiným buňkám*.
- *Chemické složení* všech buněk je v zásadě stejné.
- Uvnitř buněk se odehrávají v zásadě stejné *energetické pochody* (biochemické procesy, buněčný metabolismus).

### Z morfologického hlediska lze bb. rozdělit do 2 skupin:

- **Prokaryotické bb.**
- **Eukaryotické bb.**



### Prokaryota

- z řeckého *pro* (před) a *karyon* (jádro)
- jednobuněčné, ale mohou tvořit kolonie
- podstatně jednodušší eukaryota
- např. bakterie

### Znaky společné s eukaryotickou buňkou

- obsahují nukleovou kyselinu, nositelku genetické informace; vždy DNA
- Syntéza proteinů probíhá na ribozomech, které jsou u prokaryot pouze volně uloženy v cytoplazmě.
- Buňka je od okolního prostředí oddělena semipermeabilní cytoplazmatickou membránou.

### Znaky vlastní pouze prokaryotické buňce

- Je přítomen tzv. *nukleotid*, nejedná se o skutečné jádro, cirkulární DNA (tzv. chromozom) není ohraničen jadernou membránou, ale je umístěn v cytoplazmě.
- Je chráněna *buněčnou stěnou*.
- Cytoplazma není rozčleněna na kompartmenty, *chybí organely*
- Většinou se množí *příčným dělením*, nemají mitotický aparát (dělicí vřeténko)
- Prokaryota mohou nést *bakteriální bičík(y)*, které jsou zcela jinak utvářeny než bičíky eukaryot.

### Eukaryotická buňka

- Řecky *eus* (pravý) a *karyon* (jádro)
- evolučně vyspělejší, jejich složitější vnitřní strukturace jim umožňuje stavbu a výživu výrazně větších buněk a je také předpokladem pro mezibuněčnou spolupráci potřebnou u mnohobuněčných organismů.
- Jádro je vždy přítomné; ohraničeno dvojitou membránou a uvnitř je uchovávána genetická informace ve formě DNA.
- obvykle výrazně větší než buňka prokaryotická
- Cytoskelet tvořený aktinovými mikrofilamenty (mikrovlákný) a mikrotubuly udržuje její tvar a tvoří „kolejnice“ pro cílený pohyb čehokoliv uvnitř buněk.
- Má-li bičíky nebo brvy, jsou eukaryotického typu

### Z buněk – stavebně i funkčně složitější útvary

### buňka – tkáň – orgán – orgánové systémy – organismus

#### PROTOPLAZMA

- metabolicky aktivní živá hmota vyplňující vnitřní část buňky
- Cytoplazma
- Karyoplazma
- **Hematoxylin – eozin – základní histologické barvivo**
  - cytoplazma – růžová, červená
  - jádro – modré, černé

#### Cytoplazmatická membrána

- tenký semipermeabilní obal ohraničující buňku
- Lipidová dvouvrstva
  - základní fyzikální vlastnosti

- **Bílkoviny**
  - jsou různým způsobem ukotveny v lipidové dvouvrstvě nebo volně plavou po jejím povrchu.
  - biologickou aktivitu a specifitu.
- **Glykokalyx**
  - jen u některých buněk
  - vytvářen cukernou složkou různých glykoproteinů – obsahuje receptory
- bývá propojena s vnitřními strukturami buňky skrze hustou síť cytoskeletu, který funguje jednak jako její ukotvení a zároveň jako transportní síť, po které jsou na cytoplazmatickou membránu dopravovány membránové váčky
- základní funkcí je zajištění selektivního přesunu látek mezi buňkou a jejím okolím a kontakt a zprostředkovávání informací mezi buňkou a jejím okolím.

### **Transport látek přes cytoplazmatickou membránu**

- **Pasivní transport**
    - *difúze* - volný průchod malých a nepolárních látek skrz membránu
    - *membránové kanály* - transmembránová bílkovina. Látky skrze ni mohou procházet bez dodávání extra energie. Buňka si však může většinou regulovat, zda-li bude otevřený, nebo deaktivovaný. Kanál je specifický pro konkrétní druh látky
  - **Aktivní transport**
    - chemické energie. Nejčastěji hydrolýzou ATP za vzniku ADP a jednoho fosfátu.
    - **Pumpy** - vždy bílkovina. Je ukotvená v plazmatické membráně. Prochází skrz obě lipidové vrstvy.
      - protonové pumpy
      - sodíkodraslíkové pumpy
    - **Membránové přenašeče** - vždy bílkovina. Je ukotvená v plazmatické membráně. Prochází skrz obě lipidové vrstvy.
  - **Endocytóza**
    - buňky absorbují materiál z vnějšího prostředí
    - za pomoci membránového váčku - jisté vchlípeniny na plazmatické membráně, která pohlcovanou látku obklopí
1. **Fagocytóza** - pohlcovány relativně velké objekty
    - makrofágů, imunitní reakce fagocytózou pohlcují antigeny (bakterie, viry a jiné cizí objekty)
  2. **Pinocytóza** - klasické vchlípení membrány tak aby vytvořila váček, který nasaje okolní tekutinu i s požadovanou látkou.
  3. **Endocytóza zprostředkovaná receptorem** - obdobná pinocytóze, s tím rozdílem, že velké extracelulární molekuly jako například bílkoviny jsou nejprve navázány na receptor, který je umístěn na povrchu membrány. Receptor vyvolá odezvu, která celý proces urychlí.

- **Exocytóza**

- buňky uvolňují (nebo vyvrhují) větší molekuly či struktury (obecně látky, které nejsou schopny samostatného prostupu přes plazmatickou membránu) do svého okolí.
- splynutí membránového transportního váčku (vezikulu) s membránou na povrchu buňky.
- Transportní měchýřek vzniká odškrcením membrány z endoplazmatického retikula nebo z Golgiho aparátu
- Vznikající váček v sobě při odškrcování uzavře hotový sekret ,po aktinových filamentech je dopraven k plazmatické membráně
- K povrchu se přibližující transportní měchýřek, jenž obsahuje látky, které by měly být vyvrženy, se nakonec dotkne plazmatické membrány. Jejich membrány v tom místě splynou a postupně se rozevírající měchýřek uvolní svůj obsah do bezprostředního okolí buňky.
- funkce vylučovací, kterou jsou **vylučovány látky** pro buňku buď přebytečné (škodlivé či nepotřebné) nebo mající užitek pro buňku, jsou-li v jejím okolí (vysílání trávicích enzymů, hormonů),
- buňka za pomoci exocytózy **zvětšuje svůj povrch** (fúzí s membránou měchýřku se povrch buňky zvětší o celkový povrch membránového váčku), zároveň je cytoplazmatická membrána obohacena o bílkoviny, které byly součástí membrány původního váčku.
- Tímto způsobem (v kombinaci s endocytózou nechtěných bílkovin) buňka může měnit ve velmi krátkém časovém období **zastoupení funkčních bílkovin** na svém povrchu s ohledem na aktuální potřeby.

## **Organely**

### **ORGANELY OHRANIČENÉ MEMBRÁNOU**

- **Mitochondrie**
- **Ribosomy**
- **Endoplasmatické retikulum**
- **Golgiho komplex**
- **Lysosomy**
- **Peroxisomy**

### **ELEMENTY CYTOSKELETU**

- **Mikrotubuly**
- **Mikrofilamenta**
- **Intermediální filamenta**

### **INKLUZE-DOČASNÉ KOMPONENTY**

- **Pigmenty**
- **Nahromaděné metabolity – lipidy, proteiny, sacharidy**

## MITOCHONDRIE

- **mitos – nit, chondros –zrněčko**
- organela, kterou lze nalézt v drtivé většině eukaryotických buněk
- *buněčné dýchání*
- aerobní metabolismus, jehož pomocí vzniká *energie v podobě ATP* (adenosintrifosfát), kterou buňka následně může využívat k svým životním pochodům – *energetické centrum buňky* - pohotový zdroj energie
- Sférické nebo oválné – průměr 1-2 $\mu$ m, př. hepatocyty, enterocyty
- Vlákňité nebo tyčinkovité – tloušťka 1 $\mu$ m a délka 5-7  $\mu$ m, př. proximální ledvinné tubuly
- na povrchu *dvě membrány*
- Jedna (vnější) je *hladká*, druhá je *zvlněná*.
- Výběžky či vchlípeniny, které tím vznikají, se nazývají *kristy*.
- Mezi nimi se nachází *mezimembránový prostor*.
- Uvnitř výběžkovité membrány se nachází *matrix*.
- Proces dýchání (*respirace*) probíhá na kristách vnitřní membrány.

### Kristy

- lamelární – většina buněk
- tubulární – př. buňky produkující steroidy

### Počet mitochondrií je závislý na metabolické aktivitě buňky

- vysoká aktivita – hojné mitochondrie, četné kristy (srdeční sval, játra)
- nízká úroveň metabolismu – nízký počet mitochondrií, kristy málo vyvinuté

## RIBOSOMY

- Drobné sférické útvary – 15-30 nm
- Malá a velká podjednotka
- z bílkovin a RNA
- podílejí se na tvorbě proteinů

### V cytoplazmě

- volně – individuálně
- ve shlucích (polyribosomy, polysomy) - tvorba bílkovin pro vlastní potřebu (Hb v nezralých erytrocytech)
- vázané na ER – produkce bílkovin „pro export“ (např. enzymy pankreatické, slinných žláz)

## ENDOPLAZMATICKÉ RETIKULUM (ER)

- soustava vzájemně propojených miniaturních membránových cisteren a kanálků
- Napojuje se na buněčné jádro a obvykle i na Golgiho aparát.
- **DRSNÉ**
  - sestává z tubulů a rovnoběžně uspořádaných plochých cisteren, na ty se přiřkládají ribosomy

- v buňkách specializovaných na *sekreci* proteinů (fibroblasty – kolagen, bb. pankreatických acinů – trávicí enzymy)
- **HLADKÉ**
  - síť v buňce
  - nemá ribosomy na povrchu
  - cisterny tubulární, navzájem propojené kanálky
  - propojuje drsné ER a GK a zajišťuje transport různých makromolekul mezi těmito dvěma systémy
  - hraje významnou roli při syntéze lipidů, hormonů a v zabezpečování pohybu iontů vápníku ve svalových vláknech
  - detoxikace, neutralizace toxických látek
  - jaterní bb., svalová vlákna (sarkoplazmatické retikulum)
  - bb. kůry nadledvin – syntéza steroidů

## GOLGIHO APARÁT

- podle italského anatoma Camilla Golgiho
- **tři zřetelné struktury ohraničené membránou**
  - a) **oploštělé cisterny**
  - b) **váčky**
  - c) **vakuoly**
- napojený na ER
- **Cis oblast**- zevní část, přivrácená k GER, transportní váčky z GER
- Střední část – velké cisterny
- **Trans oblast** – vnitřní část, oddělují se zde kondenzační vakuoly, z těch sekreční vakuoly a granula
- slouží k transportu a přechovávání látek, postsyntetické úpravě bílkovin, syntéze polysacharidů a imunoglobulinů a tvorbě váčků využívaných při exocytóze.
- V Golgiho komplexu vzniká též materiál pro tvorbu buněčné stěny.
- obalování, kondenzace a koncentrace sekrečních produktů

## LYZOSOMY

- většinou sférické struktury ohraničené membránou
- obsahují hydrolytické enzymy – hydrolázy
- vznikají zpravidla oddělením se z hladkého endoplazmatického retikula či Golgiho komplexu
- slouží k nitrobuněčnému trávení, k odbourávání rozličného nepotřebného a škodlivého endogenního i exogenního materiálu a k tzv. autofágii (odbourávání vlastních poškozených buněčných struktur).

### Typy lyzozomů

- **PRIMÁRNÍ LYZOZOMY** (předlyzozomy) jsou váčky obsahující hydrolázy, ale nikoliv materiál k trávení
- **SEKUNDÁRNÍ LYZOZOMY** jsou podstatně větší a obsahují hydrolázy spolu s materiálem, který právě zpracovávají. Vznikají splynutím primárního lyzozomu s tzv.

fagozomem (vákem obsahujícím materiál určený k hydrolýze). Vzniklé jednoduché molekuly (např. monosacharidy) jsou vstřebány do cytosolu.

- **TERCIÁLNÍ LYZOZOMY** (postlyzozomy, reziduální tělíska) už obsahují zbytky materiálu, který se již nedá dál rozložit. Jejich obsah je pomocí exocytózy posléze vyloučen z buňky a postlyzozom zanikne.

## PEROXISOMY

- kulovité, membránou ohraničené organely, která izoluje jejich obsah od prostředí buňky
- slouží buňce ke zbavení se toxických substancí
- Obsahují peroxidázu, katalázu...
- Degradace MK, AMK
- Vzniká H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ten je štěpen katalázou

## Cytoskelet

- dynamický systém proteinových vláken a tubulů, jejichž hlavní funkcí je *transport látek a buněčných komponent, opora buňky a účast na jejím dělení* (vytvoření tzv. dělicího vřeténka).
- Cytoskelet se skládá ze tří složek: **mikrotubulů**, **mikrofilament** a **středních filament** (též **intermediální filamenta**).

### 1. MIKROTUBULY

- Dlouhé trubičkovité útvary, 25nm
- Z molekul tubulinu
- 13 tubulinových podjednotek
- zajišťují tvar buněk
- slouží hlavně jako transport různých struktur a látek po buňce (mitochondrií, vezikul)
- jsou základní komponentou několika komponent - centrioly, řasinky, bičíky
- **Centrioly**
  - Z 9 trojic mikrotubulů
  - význam při dělení buňky
  - v nedělící se buňce jeden pár, před začátkem dělení se zdvojí, v průběhu mitózy putuje každý pár k opačnému pólu buňky
  - představují organizační centrum pro vznikající dělicí vřeténko
- **Řasinky (cilia) a bičíky (flagella)**
  - Osová část je tvořena 9 dvojicemi mikrotubulů po obvodu a 1 dvojicí uvnitř
  - Bazální tělísko- stejná stavba jako centriol
  - pohyblivé výběžky buněčného povrchu
  - osu tvoří vysoce specializované mikrotubuly

## 2. MIKROFILAMENTA

- průměrná tloušťka 7nm, z globulárních molekul G-aktinu
- součástí všech buněk; proudění cytoplazmy; „zdrhovací šňůrky“ konstriční rýhy při mitóze; ve svalech s myozinem zajišťují kontrakci svalové tkáně

## 3. INTERMEDIÁLNÍ (STŘEDNÍ) FILAMENTA (IF)

- téměř ve všech eukaryotických buňkách, tloušťka cca 10nm, z vláknitých monomerů
- sestávají z celé řady proteinů, podle typu proteinů se dělí do několika skupin
- **Cytokeratiny**
  - v epitelových buňkách
  - součástí spojovacích komplexů mezi epitelovými buňkami, např. epidermis
- **Gliová filamenta (gliový fibrilární kyselý protein – GFAP)**
  - součást astrocytů (typ gliových buněk)
- **Neurofilamenta**
  - v neuronech
- **Vimentin**
  - typický pro elementy mezenchymového původu
- **Desmin**
  - v hladkém svalstvu

## JÁDRO (nucleus, karyoplasma)

- centrální orgán buňky
- obsahuje informace nezbytné pro život buňky
- je nositelem genetické informace

### Součásti jádra

#### 1. Jaderná membrána

- dvojice paralelně uspořádaných membrán oddělených úzkým prostorem
- **Po obvodu jaderné membrány otvory – jaderné póry, prostupné pro některé makromolekuly**

#### 2. Chromatin

- **v klidovém období** - svinuté řetězce DNA vázané na histony (bazické proteiny)
- **v období dělení buňky** - seskupuje se do pentlicovitých struktur – chromozomů
- **heterochromatin** – hrudky v ELMI, bazofilní shluky ve světelném
- **euchromatin** - viditelný pouze v ELMI, světlé okrsky jádra ve světelném

Každý živočišný druh – stálý počet chromozomů

- Somatické buňky člověka – 46 chromozomů = 23 párů
  - 22 párů = somatické chromozomy
  - 1 pár = pohlavní chromozomy



- Pohlavní buňky mají poloviční počet chromozomů, 22 somatických a 1 pohlavní
- X chromozom – určuje ženské pohlaví
- Y chromozom – určuje mužské pohlaví

### V buňkách ženského pohlaví

- **hrudka heterochromatinu – sex chromatin (jeden z X chromozomů)**
- **hrudka přisedlá k vnitřní jaderné membráně**

### Nucleolus

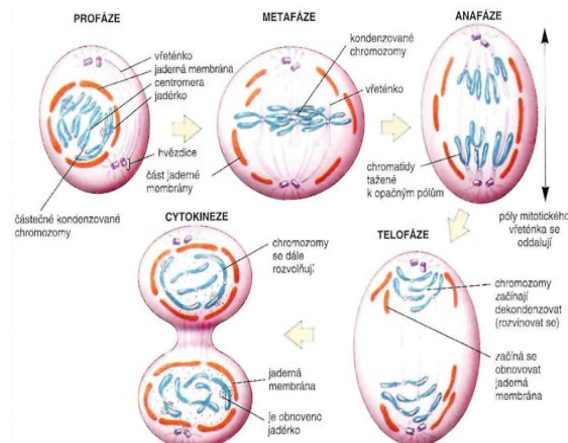
- sférická bazofilní struktura bohatá na obsah RNA
- Jaderná matrix
- základní hmota jádra vyplňující prostory mezi chromatinem a nukleoly (proteiny, metabolity, ionty)

### INKLUZE A PIGMENTY

- INKLUZE
  - Proteinové – vždy ohraničené membránou
  - Sacharidové - glykogen
  - Lipidové – lipidové kapénky, př. buňky tukové tkáně, jaterní buňky, b. kůry nadledvin
- PIGMENTY
  - Exogenní
    - Př. Prachové částice v dýchacích cestách
    - Př. Karoteny – afinita k tukům
  - Endogenní
    - Autogenní – melanin – melanocyty, kůže, sítnice; lipofuscin – pigment z opotřebování
    - Hematogenní – z rozpadu Hb, hemosiderin-siderosomy, rezavě hnědý

### DĚLENÍ BUNĚK

- **Mitóza – proces, při kterém dochází ke zdvojení chromozomů a k jejich distribuci do dceřinných buněk, které dělením vznikají**
- **Fáze, ve které se buňka nedělí – INTERFÁZE**



## **PROFÁZE**

- individualizace chromozomů, kondenzace
- vznik dělicího vřeténka
- narušení jaderného obalu

## **METAFÁZE**

- řazení chromozomů v ekvatoriální rovině
- ukončení vývoje dělicího vřeténka
- vymizení jaderného obalu a jadérka

## **ANAFÁZE**

- chromozomy se podélně štěpí a putují k pólům
- shromažďují se na pólech
- objevuje se dělicí rýha

## **TELOFÁZE**

- restituce jádra
- tvorba jaderného obalu a jadérka
- ukončení mitózy

## **Amitóza**

- Přímé dělení
- Přímé zaškrcení jádra a cytoplasmy

Meióza - probíhá u pohlavních buněk, více u pohlavního systému