

# Úvod do fyziologie Rostlinná buňka

Anatomie a fyziologie rostlin

# Cíl přednášky

---

- Seznámení se s anatomií a fyziologií rostlin
- Typy buněk, organely a jejich funkce
- Návaznost na fyziologické projevy rostlin

# První pozorování buněk

---

- Buňka pozorována Robertem Hookem – pozorování struktury korku – dutiny připomínají včelí plástve, rok 1665
- Fyziologie - studuje životní projevy rostlin – výměna látek, růst a vývoj, reakce na prostředí ...

# Buněčné organizmy

---

- Prokaryotní organizmy  
– bakterie, sinice
- Jednobuněčné  
eukaryotní organizmy
- Rostliny –  
mnohobuněčné  
eukaryotní organizmy -  
řasy, mechorosty,  
kaprad'orosty, rostliny  
semenné

# Rozdíl mezi rostlinnou a živočišnou buňku

---

- Živočišná – nepravidelný tvar, absence buněčné stěny, vakuoly a chloroplastů, glykogen místo škrobu, nukleolus v centru jádra
- Rostlinná – velmi vzácné centrioly a lysozomy

# Buněčná stěna

---

## Význam:

- Mechanická pevnost
- Bariéra proti patogenům
- Prochází jí komunikační kanály
- Uložení množství uhlíku
- Brání vysychání nadzemních částí
- Struktura vodivých částí – dálkový transport
- Ukládání xenobiotik, vápníku, ....

# Buněčná stěna

---

- Amorfní matrix **z polysacharidů**, v ní uloženy svazky **celulózních** molekul
- Při dělení buněk vznikne přepážka společná sousedním buňkám, **střední lamela** (pektiny)

# Buněčná stěna

---

- Celulóza - vlákna, hemicelulózy a pektin – amorfní hmota, proteiny, glykoprotein extenzin
- **Střední lamela, primární stěna**, případně dostředivě ještě **sekundární buněčná stěna** (více celulózy)
- S. lamela – pektiny, primární b. s.- expansiny, sekundární b.s. - celulóza, lignin (derivát kys. ferulové, skořicové a sinapové).
- Bílá a hnědá hniloba



# Ukládání dalších látek do buněčné stěny

---

- **Lignifikace** (dřevnatění): do prostorů v buněčné stěně se ukládá lignin (fenylpropanoid), zvyšuje pevnost a snižuje pružnost stěny).
- **Kutin** - vnější stěny pokožkových buněk, hydrofobní, obvykle se ukládá spolu s vosky - kutikula
- **Suberin** – v korkovém pletivu na vnitřních stěnách buněk spolu s voskem
- **Sporopolenin** – stěny spor a pylových zrn
- **Kyselina křemičitá** – trávy, přesličky

# Struktura plazmodezmy

---

Sekundární stěna se může ukládat nerovnoměrně – **ztenčenin**

**Plazmodezmy** – spojují živé protoplasty. 5-50 plazmodezmat na  $\mu\text{m}^2$

# CYTOSKELET

---

- 3D síť proteinových vláken
- Aktin – mikrofilamenta, motorický protein – myozin
- Tubulin – mikrotubuly, dyneiny a kinesiny

# Plazmatická membrána (plazmalema)

---

- Gradient elektrického potenciálu
- Tvořena:
  - Dvojitou vrstvou fosfolipidů – hydrofobní a hydrofilní oblast
  - Membránovými proteiny – kanály a přenašeče
  - Podíl nasycených a nenasycených MK

# Funkce plazmatické membrány

---

- Regulace transportu látek mezi buňkou a okolním prostředím – kontrola permeability
- Regulace syntézy buněčné stěny
- Podílí se na reakci buňky na podněty zevního prostředí
- Schopnost enzymaticky štěpit substráty, obsahuje ATP

# Cytoplazma

---

- Obsahuje jednotlivé organely
  - Plastidy
  - Mitochondrie
  - Ribozomy aj.
- Cytozol je nestrukturní substance cytoplazmy. Cytozol obsahuje 75 – 80 % vody, 10 – 20 % bílkovin, 2 – 3 % lipidů, 1 % sacharidů, 1 % popelovin.
- Cyklóza – cytoplazmatické proudění

# Buněčné jádro

---

- Většina buněčné DNA
- Informace pro růst, vývoj a diferenciaci buněk
- Soubor genetické informace je genom
- Nukleozóm (řetězec DNA) obtáčený kolem histonů (bílkovin) = chromatin
- chromozómy

# Plastidy

---

- Obsahují pigmenty  
Chloroplasty  
Chromoplasty  
Amyloplasty

Při nedostatku světla  
– etioplast

Ve stárnoucích  
listech se odbourává  
nevratně chlorofyl –  
gerontoplast.



# Chloroplasty

---

- Variabilní velikost
- tylakoidy
  - *probíhá fotosyntéza*
- Stroma
  - Calvinův cyklus
  - Syntéza cukrů
- Chloroplast má svůj genom

Fotosyntéza mění světelnou energii na chemickou

# Chloroplasty

---

- Obsahují pigment **chlorofyl** (a, b, c, d) a **karotenoidy**
  - 1 buňka obsahuje 40 – 50 chloroplastu
  - 1 mm<sup>2</sup> listu více jak 500 tis. chloroplastů
- 
- Místo kde probíhá **fotosyntéza**
  - Tvorba organických látek a ukládání zásobních látek (alokace škrobu)

# Chloroplast

---

- Granální a agranální chloroplasty (agranální u C4 rostlin – tylakoidy nejsou seskupené do gran)
- Bundle-sheath cells

# Chromoplasty

---

- Obsahují jen pigmenty **karotenoidy**
  - **Karoteny**
  - **Xantofyly**
  
- Žluté, oranžové nebo červené zbarvení
- Konečné stádium ontogeneze plastidů
- Mohou vznikat z chloroplastů
  - Změna uspořádání membrán, rozklad chlorofylu, zvýšení obsahu karotenoidů

# Leukoplasty

---

- **Neobsahují pigmenty**  
(bezbarvé)
- **Syntéza škrobu**  
(amyloplasty)
- **Syntéza bílkovin a tuků**  
(proteinoplasty, elaioplasty)
  
- **Mohou se měnit v**  
chloroplasty (z amyloplastů)

# Mitochondrie

---

- Velikost – 1  $\mu\text{m}$  (menší než plastid)
- Stovky až tisíce mitochondrií v buňce
- Koncentrovány kolem membrány
- buněčné dýchání (Krebsův cyklus) spojené s tvorbou ATP (adenosintrifosfát)
- Vlastní genom

**Buněčné dýchání:  
Přeměna cukru na energii (ATP)**

# Vakuola

---

- Dutina v protoplastu, ohraničená tonoplastem, vyplněná šťávou buněčnou (vodný roztok různých látek)
- Tonoplast – zásadní pro transport iontů, protonové pumpy – koncentrace iontů vyšší než v cytoplazmě – vytváření osmotického tlaku

# Obsah vakuoly

---

- Voda
- Meziprodukty buněčného metabolismu
- Anorganické ionty
- Rezervní sacharidy rozpustné ve vodě
- Rezervní bílkoviny
- Sekundární produkty metabolismu
- Hydrolytické enzymy



# Sekundární metabolity ve vakuole

---

- Barviva rozpustná ve vodě (**hydrochromy**) - zbarvení květů, plodů, např. **antokyany**, některé žluté pigmenty, flavonoidy nebarevné pro lidské oko; pohlcují UV záření
- **Glykozidy** – hořčiny, sirné glykozidy atd.
- **Alkaloidy** – většinou toxické pro živočichy
- **Třísloviny** – svíravá chuť, oxidací vznikají látky zbarvující borku dřevin
- **Polyterpeny** – např. v latexu v mléčnicích

# Funkce vakuoly

---

- Udržování pH buňky na konstantní výši, ukládání vodíkových iontů
- buněčná šťáva kyselější (pH 5 až 6) než protoplazma (pH 7)
  
- Zásoba vody a dalších látek
- Uložení barviv a odpadních produktů

# Endomembránový systém

---

- Endoplasmatické retikulum
- Golgiho aparát
- Jaderňý obal (karyolema)
- Tonoplast

# Endoplasmatické retikulum

---

a) *hladké* (bez připojených ribozómů) – **syntéza lipidů**

b) *drsňé* (s připojenými ribozómy) – **syntéza bílkovin**

- **zásobárna  $\text{Ca}^{+2}$**  (četné regulační funkce v buňce)

# Golgiho aparát

---

- tvořen sloupci membránových vaků (diktyozómy)
- slouží **k distribuci lipidů a bílkovin** z ER po buňce
- sekrece bílkovin z buňky (exocytóza) (zejména exoenzymy, bílkoviny buněčné stěny)
- **tvorba a exocytóza polysacharidů** (zejména polysacharidy buněčné stěny – pektiny, hemicelulóza nebo polysacharidové slizy – kořenová čepička, lapací slizy masožravek)

# Buněčné inkluze

---

- Škrob – asimilační, zásobní, přesýpavý
- Tuky
- Obsah vakuol
- Krystalické inkluze
  - šťavelan vápenatý
- Silice
  - aromatické látky

# Fytolity

---

- mikroskopické útvary velikost 5-200  $\mu\text{m}$ ; inkrustace v listech, stoncích, kořenech, květech i plodech rostlin
- uvnitř i vně buněk
- morfologie, stejně jako prostorové rozmístění krystalů je specifické pro jednotlivé taxonomické jednotky
- uhličitan vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ) – cystolity, šťavelan vápenatý; oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) – silikátové fytolity,  $(\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$

# Význam pro rostlinu

---

- zásobní látky pro případ potřeby, odpadní produkt
- regulace vápníku v apoplastu pomocí kanálů
- rovnováhu iontů (Na a K)
- podpora tkání - zpevnění rostlinných pletiv
- obrana před okusem býložravců, obrušování zubní skloviny
- aktivace tolerance kovů/detoxifikace Pb, Al, Sr, Cd
- kulovité krystaly – regulace světla během fotosyntézy (distribuce světla do chloroplastů lemujících radiální stěnu)