

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 μm^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 mm² 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 μm (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
- Jaderný obal (karyolema)
- Tonoplast

Endoplasmatické retikulum

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

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

- **zásobárna 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 μm ; 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 (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)