

Pohyby rastlín

Fyziológia stresu



- **sesilný spôsob života** – sú prisadnuté, nevedia sa svojvoľne pohybovať

Pohyby rastlín – A. fyzikálne a B. vitálne

A. Fyzikálne pohyby

- sú pasívne, výsledok pôsobenia fyzikálnych síl

1. Hydroskopické

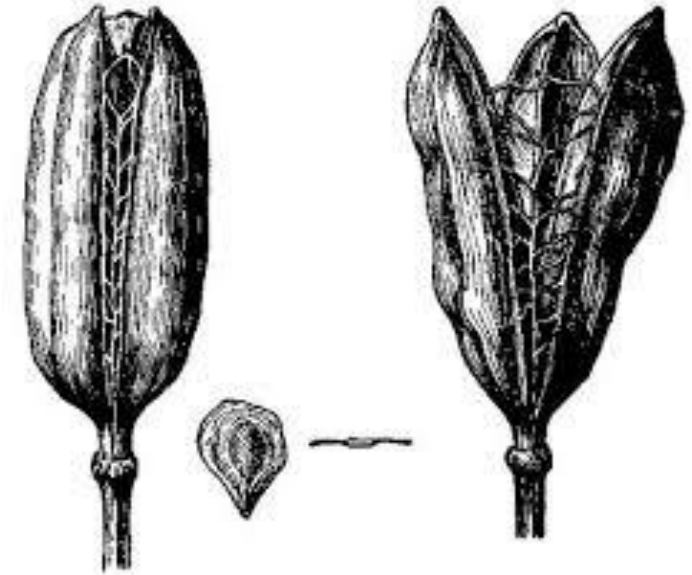
- Rozdielna schopnosť bunkovej steny nasať vodu.
- Zatváranie šišíek ihličnanov vo vlhkom prostredí a ich otváranie za sucha.

2. Kohézne

- Otváranie výtrusníc papraďorastov.
- Založené na kohézności molekúl vody.

3. Explózívne

- Následok nerovnomerného vyparovania vody v povrchovej vrstve - vzniká pnutie, ktoré vyvolá vymrštenie.



B. Vitálne pohyby:

- spojené s fyziologickými pochodmi, t. j. prítomné len u živých rastlín
- energiu na ich priebeh zabezpečuje organizmus počas metabolických procesov

1. Lokomočné

- Nie na úrovni celých rastlín, ale pohyby buniek alebo kolónií buniek alebo bunkových organel
- **Taxie**
- **Dinézy**

2. Ohybové

- **Samovoľné a indukované**
- **nutácie**
 - **nastie**
 - **tropizmy**

2. Ohybové

- **Samovolné** a indukované
- **nutácie**
 - vitálne autonómne pohyby, iba v dôsledku vnútorných rytmov rastu
 - uskutočňujú sa rastom alebo zmenami turgoru
 - dôvod: zmeny obsahu hormónov na rôznych stranách koreňa alebo stonky

Oscilačná nutácia výhonku

slnečnica

jemné kývanie výhonku počas rastu

Vlnivá nutácia koreňa

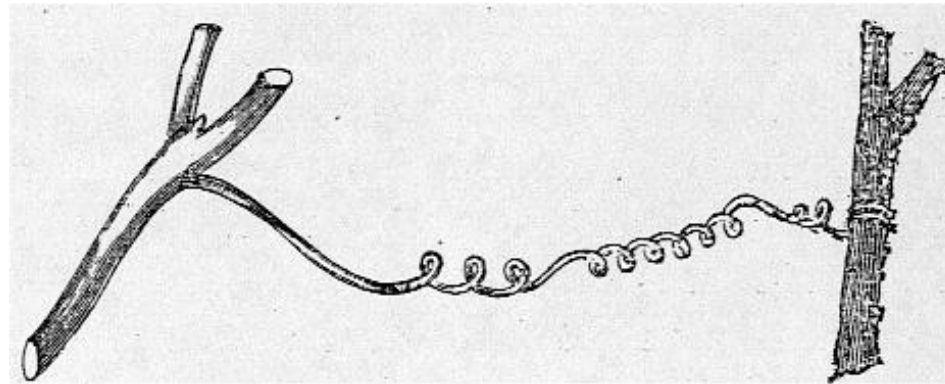
väčšina rastlín

koreň rastie vlnito, hľadá cestu v pôde

Krúživá nutácia stonky

fazuľa, hrach, tekvica

vrchol opisuje kruhy pri hľadaní opory



1. Lokomočné

Taxie

Dinézy

- *fototaxie* = premiestňovanie siníc za svetlom;
- *chemotaxie* = únik riasy pred chemickou látkou;
- *aerotaxie* = pohyb buniek za kyslíkom;
- *hydrotaxie* = pohyb za vodou;
- *termotaxie* = pohyb za teplom;
- *geotaxie* = pohyb za gravitáciou.

1. Lokomočné

Taxie

Dinézy

- pohyby organel v bunkách
- pohyb chloroplastov za svetlom
- prúdenie cytoplazmy (cyklóza)



2. Ohybové

Samovoľné a **indukované**
nastie
tropizmy

- mechanizmus ohýbania je dedičný
- smer nie je určený smerom pôsobenia podnetu
- **Termonastie**
 - pohyby vyvolané poklesom teploty
 - otváranie/zatváranie okvetných lístkov
- **Seizmonastie**
 - odpoveď na mechanické stimuly
 - citlivka – *Mimosa* sp.
- **Tigmonastie**
 - reakcie na dotyk
 - mäsožravé rastliny – mucholapka (*Dionaea* sp.)



2. Ohybové

Samovoľné a **indukované**
nastie
tropizmy

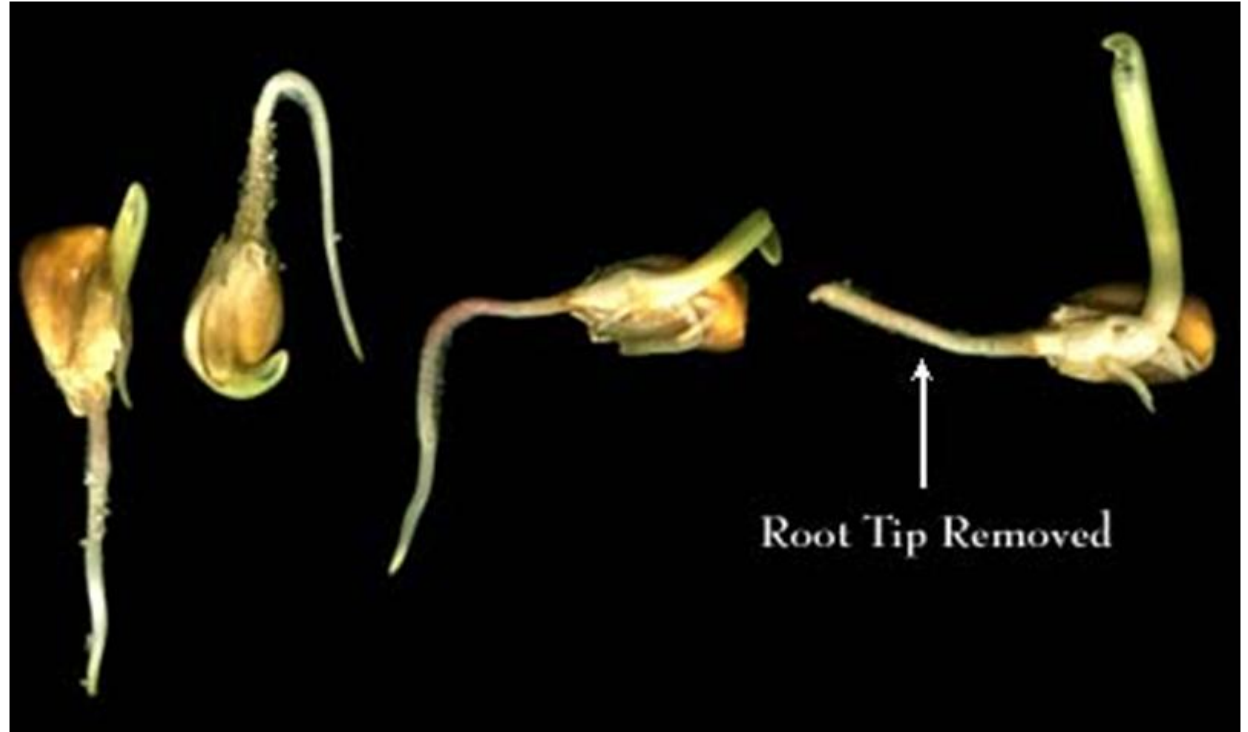
Fototropizmus

- odpoveď na svetlo
- závislosť od intenzity a smeru dopadajúceho svetla



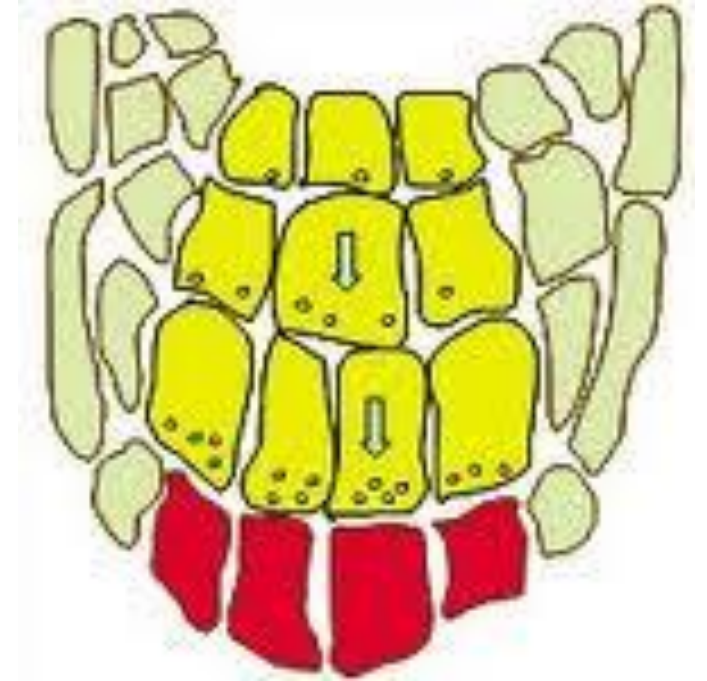
Gravitropizmus

- orientované pohyby rastlín v smere zemskej tiaže
- rast koreňa – pozitívny geotropizmus
- rast stonky – negatívny geotropizmus



Úloha koreňovej čiapočky pri gravitropizme

- **statocyty** – bunky kolumely
- v nich je tzv. presýpací škrob – amyloplasty
- tlak amyloplastov na endoplazmatické retikulum dáva signál bunke
- zmeny v orientácii rastu spôsobuje redistribúcia **auxínov**



Fyziológia stresu

- stav rastliny, v ktorom sa nachádza pri **aktivácii reparačných alebo obranných procesov**
- stresový faktor = stresor
- nepriaznivý faktor prostredia

Stresory:

- **abiotické** (teplota, nadmerné žiarenie, nedostatok al. nadbytok vody, nadbytok iónov)
- **biotické** (patogény – baktérie, vírusy, huby; bylinožravce)

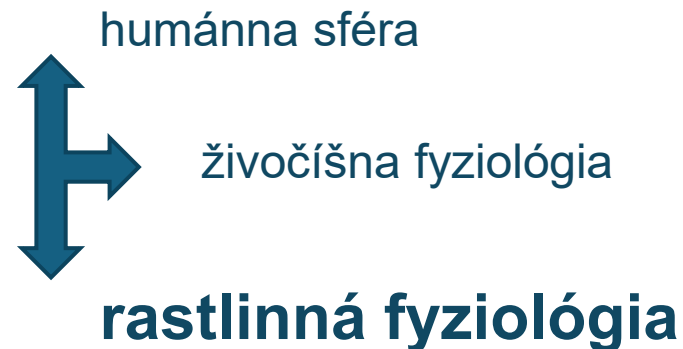
Teórie nemusia byť správne. Fakty musia byť.
Hans Hugo Bruno Selye



- **stres:** z latinského *stringo*, *stringere*, *strinxi*, *strictum* – ťahovať, sťahovať, zatiahnuť
- vo fyzike:

Sila spôsobujúca napätie na fyzickom predmete (t. j. ohýbanie kusa kovu, kým nepraskne pod tlakom sily alebo stresu, ktorý naň pôsobí).

- **stresor:**
 - podnet vyvolávajúci tlak
 - škodlivý podnet, ktorý spúšťa stres



Nízke hladiny krátkotrvajúceho stresu → Celkový adaptačný syndróm –
GAS (General Adaptation Syndrome, 1936, Nature).

Biologická reakcia tela na stres

1. poplachová reakcia

- *akútna*

2. rezistencia

- *využívanie energetických zásob*

3. vyčerpanie

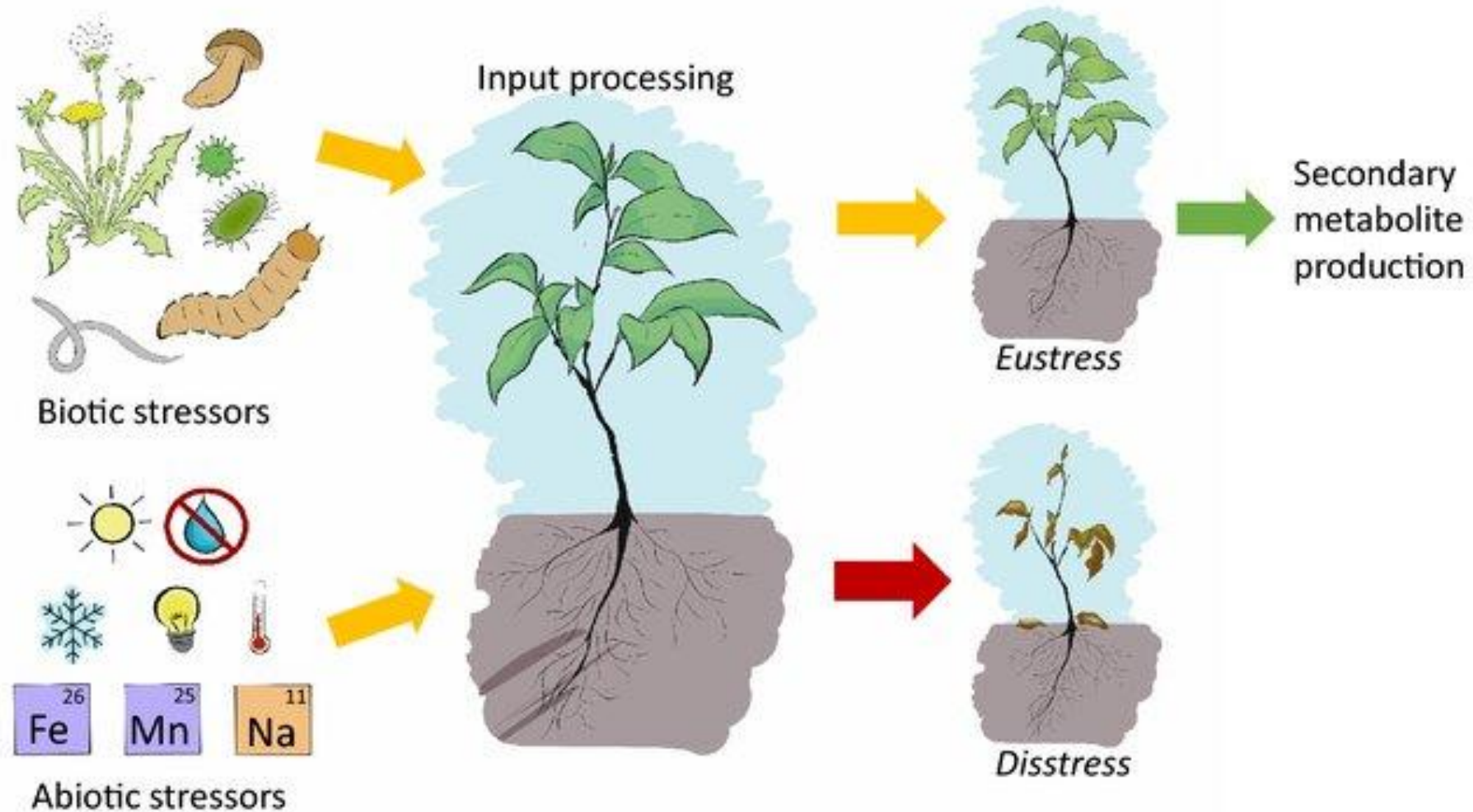


útok

útek

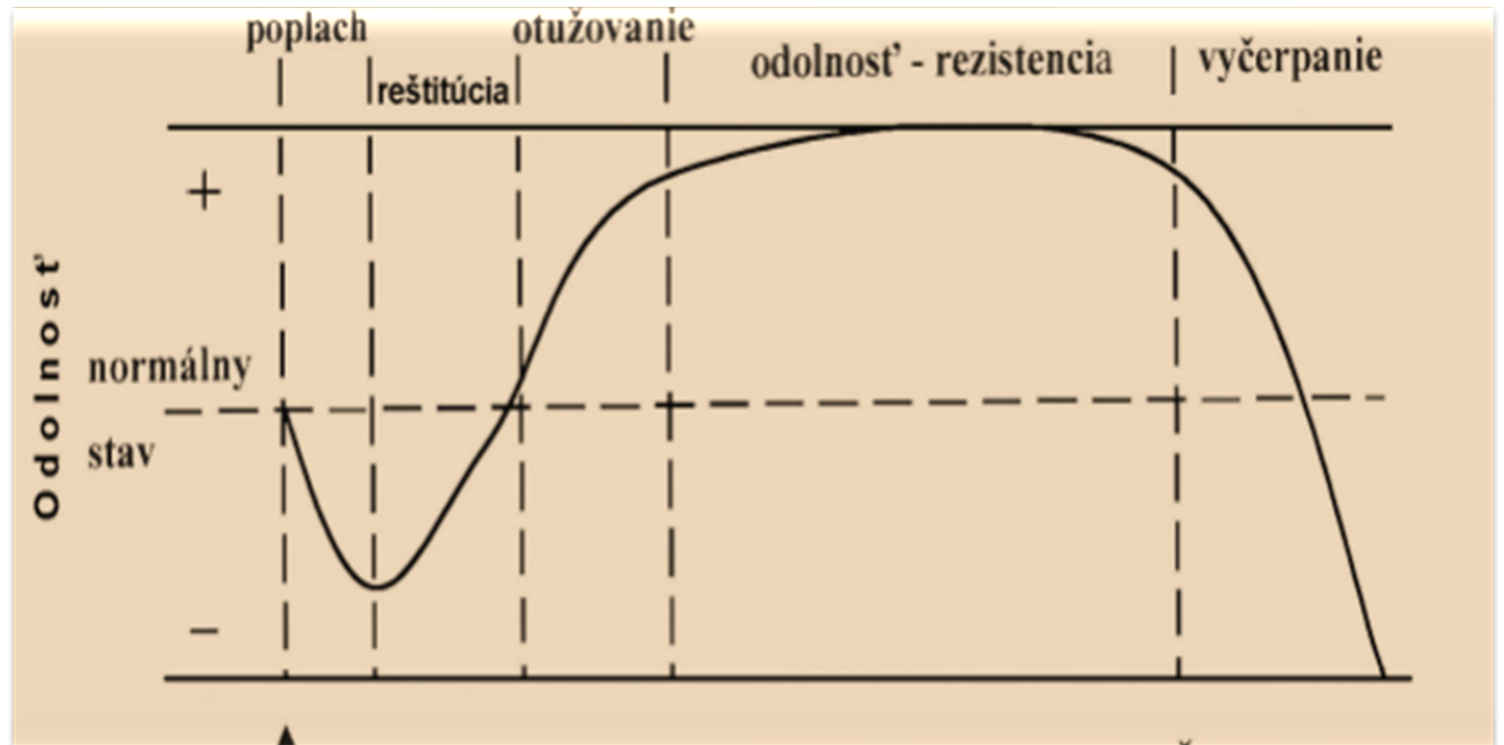


Eustres a distres



Krivka stresovej odpovede rastlín

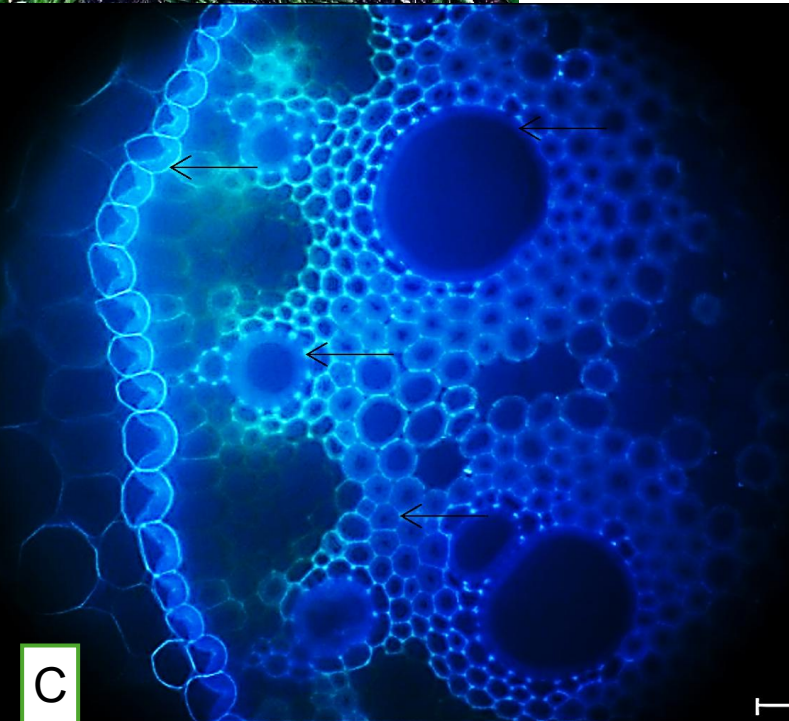
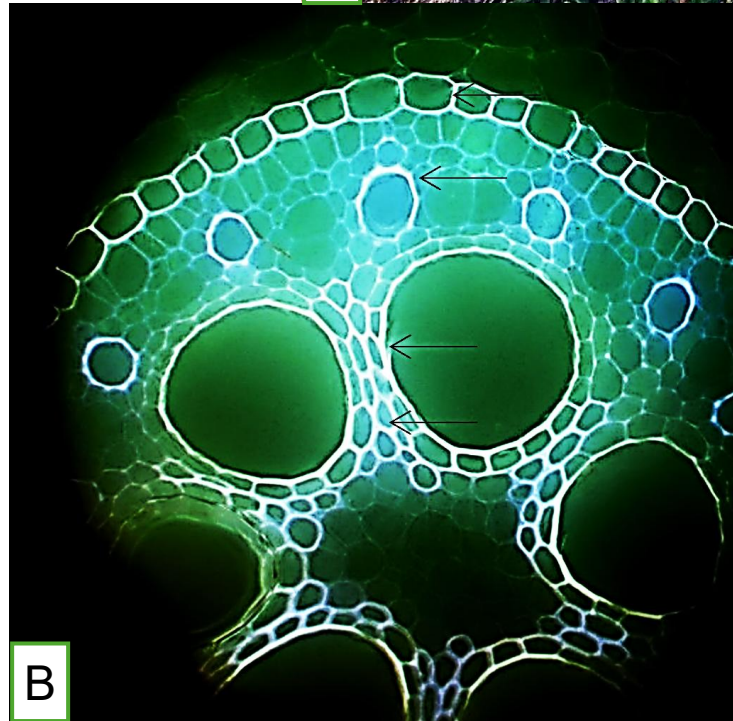
- poplachová reakcia (*akútne asimiláty, enzymatická aktivita*)
- zmiernenie príznakov
- reštitúcia a otužovanie
- odolnosť
- fáza vyčerpania (*s možnosťou zániku*)



Masarovičová, E., Repčák, M., 2008. Fyziológia rastlín. UK Bratislava.

Sesilný spôsob života rastlín a jeho dôsledky

- **evolučné alebo genetické adaptácie** – stála, dlhodobá zmena vplyvom prostredia, napr. rôzne ekotypy rastlín
- **modulačné aklimácie** – prebieha rýchlo a je nestála, dočasná



Lykovec voňavý (A), priečny rez koreňom kukurice v oblasti bázy v kontrolných (B) a zasolených (C) podmienkach. **Lukačová**, nepublikované výsledky.

Reakcie rastlín na stresové faktory

- **syntéza stresových proteínov**
 - chaperóny – udržiavajú správnu konformáciu proteínov
 - proteázy – degradujú poškodené proteíny a AMK
 - ubikvitín – označuje poškodené proteíny
- **syntéza osmoregulačných zlúčenín**
 - cukry, AMK, polyalkoholy
- **syntéza stresových hormónov**
 - ABA, etylén, kys. jasmónová

Vznik oxidačného stresu

ROS (reaktívne formy kyslíka) v rastlinách

- **Radikály:**

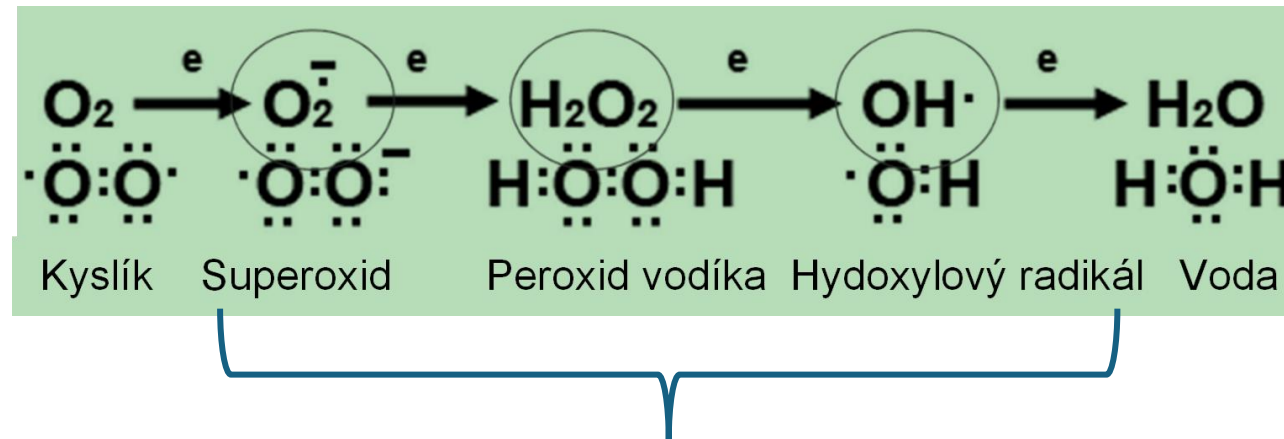
- atómy, molekuly alebo zlúčeniny, v ktorých je *aspoň jeden elektrón nespárený* a sú schopné samostatnej existencie
- následok *oxidácií, tepelného rozkladu, fotochemických reakcií* či *absorpciou energie ionizujúceho žiarenia*

- Fyzikálna aktivácia O_2 :

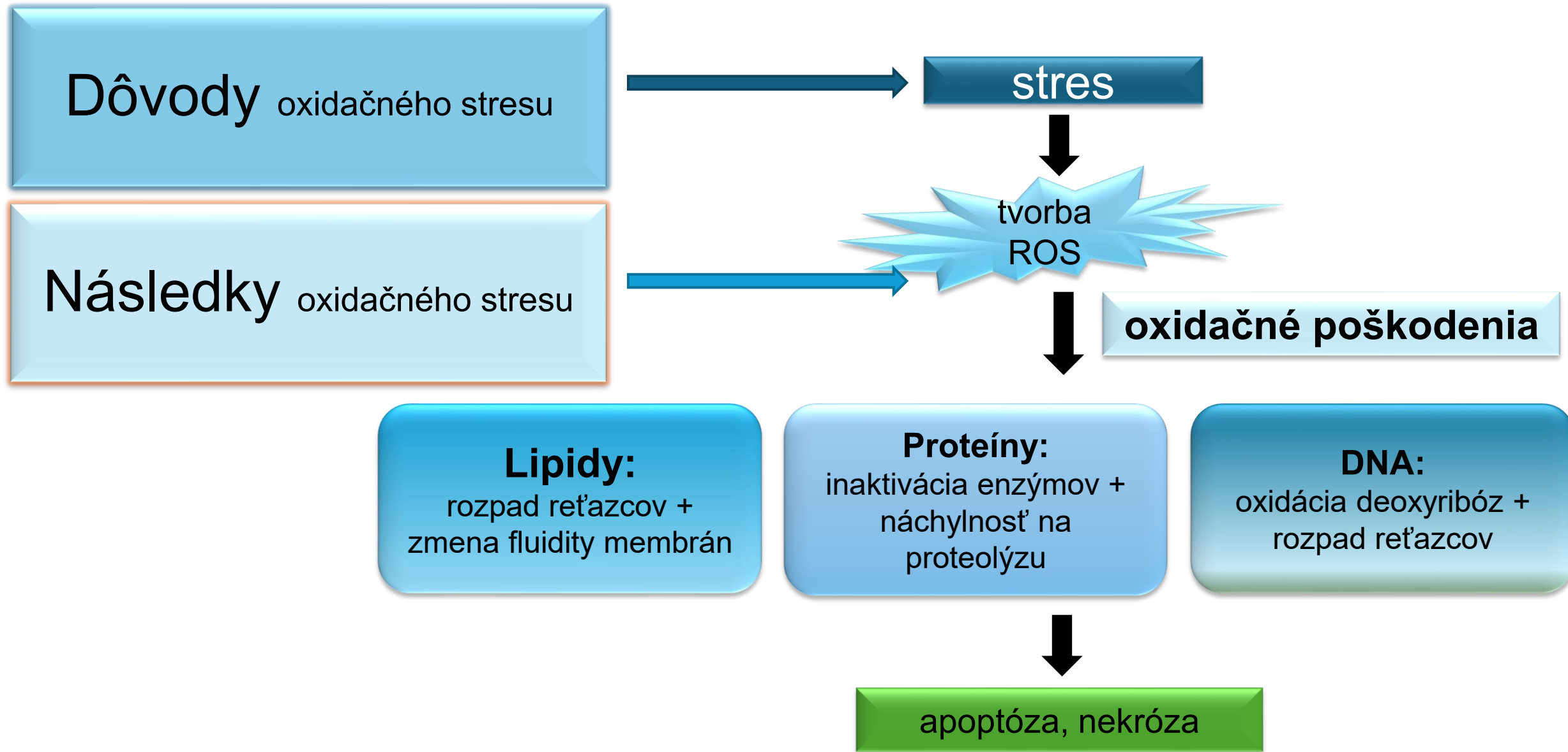
- excitácia molekúl fotosyntetických pigmentov **dopadajúcim žiarením** $\longrightarrow$ **singletový kyslík ($^1O_2$)**

- Chemická aktivácia O_2 :

- postupná redukcia $\longrightarrow$



Obrana vo forma antioxidantov: enzýmy (peroxidázy, kataláza, superoxid dismutáza) a neenzymatické molekuly (vitamín C, E, glutatión).



Abiotické stresové faktory

Stres z vysokej teploty

- mezofily – optimum od 10 do 30 °C
- letálne teploty nad 42 °C
- niektoré sukulenty tolerujú aj 65 °C

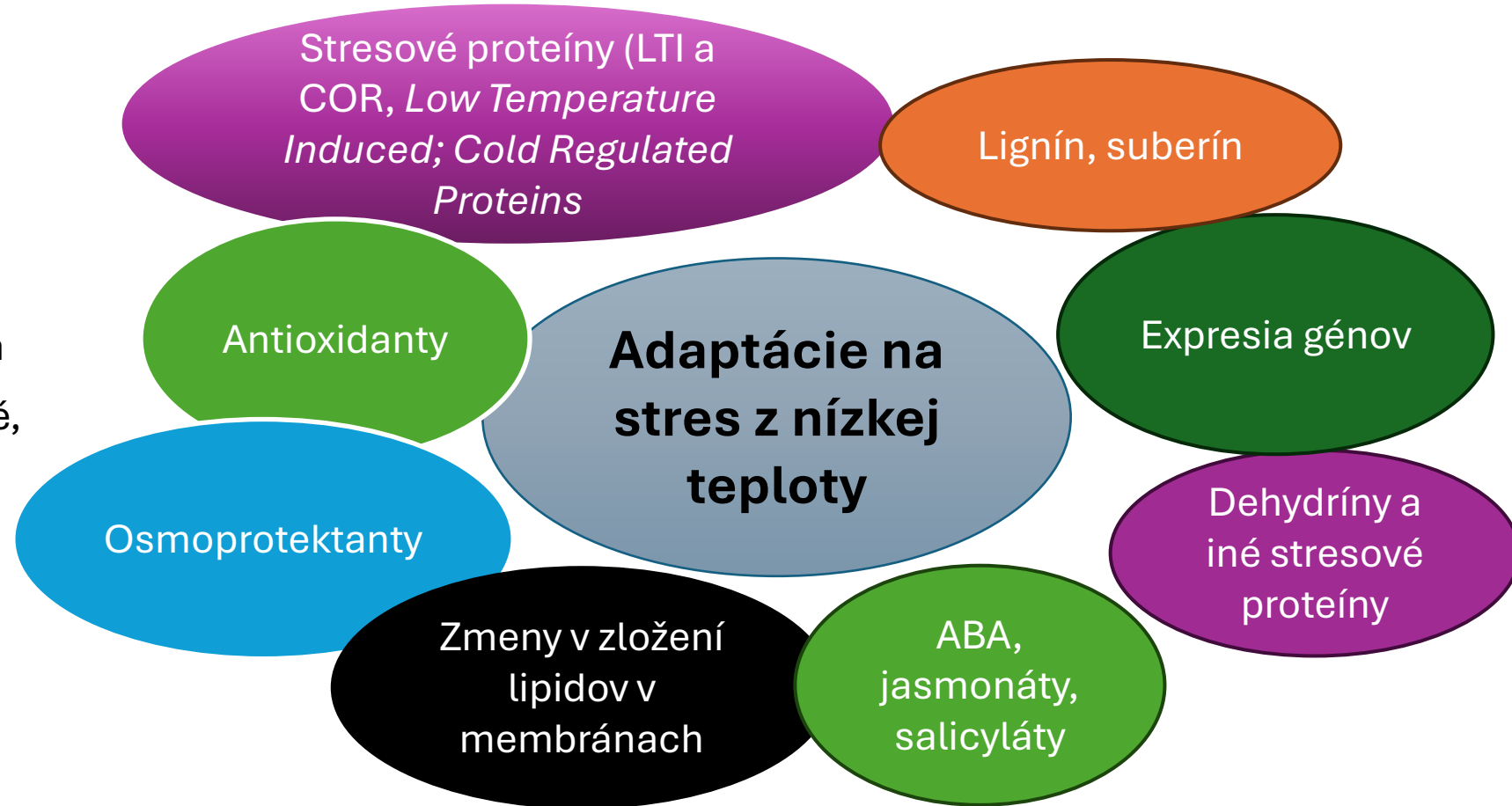


Stres z chladu

- spôsobuje poškodenie, nedochádza však k zamrznutiu
- zvyčajne teploty nižšie ako 10 °C

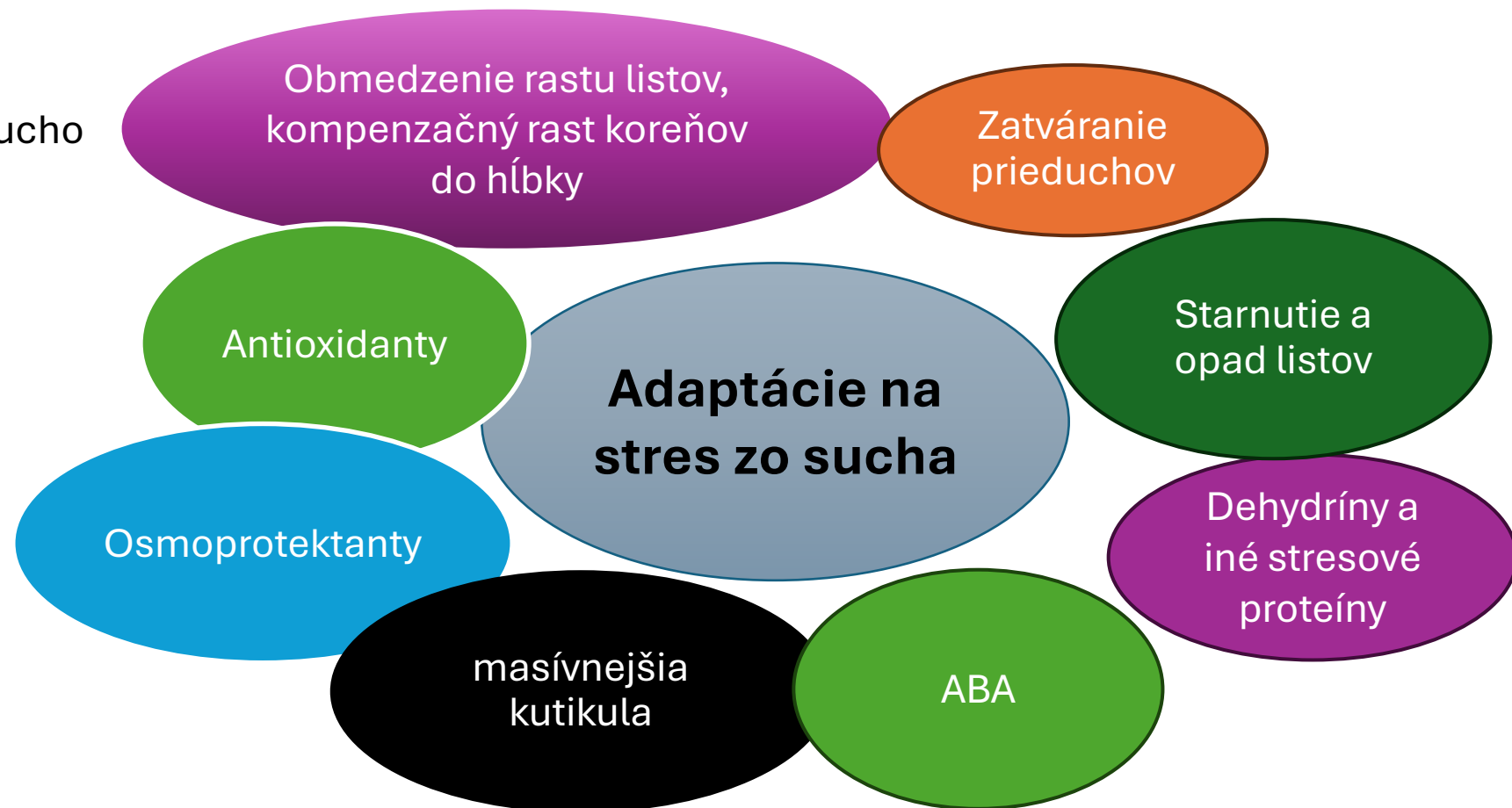
Stres z mrazu

- tvorba kryštálikov ľadu v rastlinách
- intracelulárne – letálne poškodenia
- extracelulárne – menej nebezpečné, dôsledok je dehydratácia



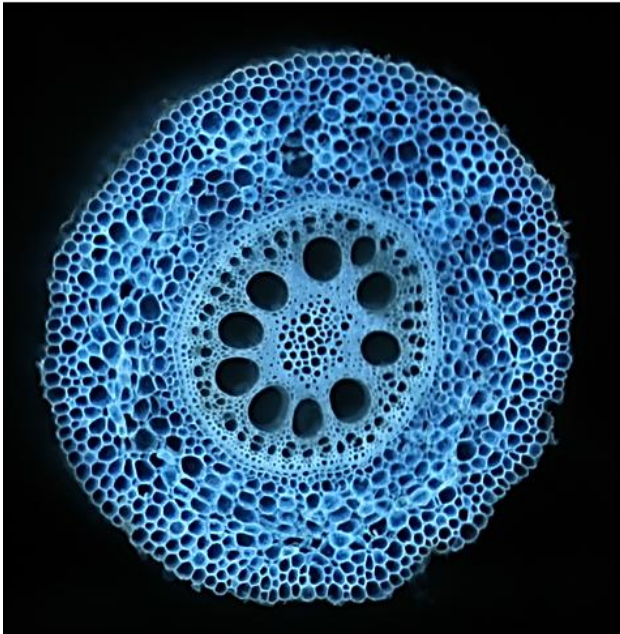
Stres zo sucha

Aklimačné a adaptačné reakcie na suchu

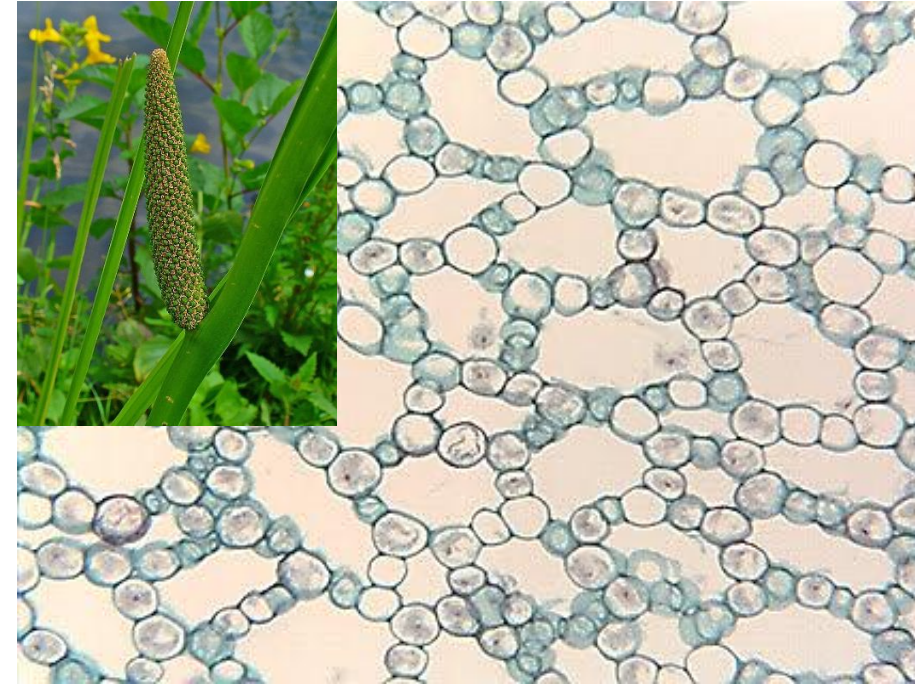
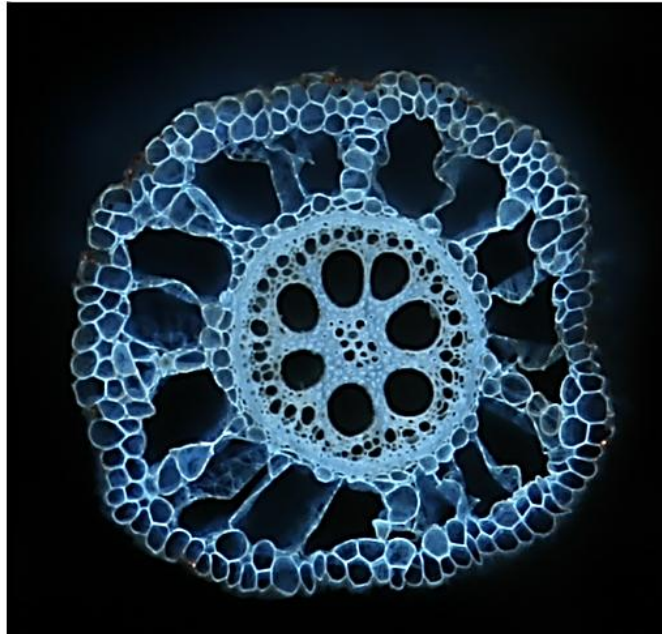


Stres z nedostatku kyslíka (hypoxia)

- pri nadbytočnom zavlažovaní a povodniach
- hypoxia vs. anoxia
- tvorba *aerenchýmu* – prevetrávacie pletivo
- prechod z aeróbného na anaeróbný metabolizmus



Aklimácia koreňa kukurice na hypoxiu.



Adaptácia podzemku puškvorca (močiarna rastlina) na hypoxiu.

Stres vplyvom nepriaznivých pôdných faktorov

Kyslé pôdy

- problém v mnohých, najmä rozvojových krajinách
- okysľovanie aj vplyvom kyslých dažďov
- generuje to ďalší problém – zvýšenú dostupnosť hliníka – toxicita narastá

Alkalické pôdy

- najmä v suchých oblastiach, pôdy bohaté na CaCO_3
- v pôde je nedostatok Fe, Zn, P a Mn

Zasolené pôdy

- zvýšená salinita, neúrodné pôdy najmä v suchých oblastiach a prímorských regiónoch
- **halofyty** – rastliny schopné tolerovať zvýšené množstvo solí v pôde

Pôdy s obsahom ťažkých kovov

- niektoré sú esenciálne (Zn, Cu, Mn, Ni), ale v nadbytku sú toxické
- iné sú neesenciálne (Cd, Pb, Hg, Sb, As)
- v prostredí sa vyskytujú miestami prirodzene
- dostávajú sa tam najmä činnosťou človeka (baníctvo a spracovanie rúd, priemysel, energetika, doprava...)
- spôsobujú závažné zmeny v raste a vývine rastlín

Fytoremediácie

- procesy a technológie využívajúce rastliny pri dekontaminácii znečisteného prostredia
- výhody:
 - environmentálne vhodné technológie
 - vysoká efektívnosť, nízke náklady
- nevýhody:
 - dlhé časové obdobie
 - náročnosť (výber druhu, variabilita rastlín, sezónnosť)

Stres vplyvom nadbytočného žiarenia

- súvis so znečistením atmosféry skleníkovými plynmi
- degradácia ozónovej vrstvy – radiačný stres (najmä UV-B žiarenie)
- dochádza k fotoinhibícii – E žiarenia sa nevyužíva vo fotosyntéze, ale sa uvoľňuje ako teplo a fluorescenčné svetlo
- ochrana – tzv. xantofylový cyklus

Biotické stresové faktory

- patogénne mikroorganizmy (vírusy, baktérie, huby)
- herbivórne živočíchy (fytofágny hmyz a prežúvavce)
- obranné mechanizmy rastlín voči patogénom:
- **štruktúrne** – tvorba lignínu, kalózy, korku
- **chemické** – tvorba makromolekulových obranných látok, fytoncídov, fytoalexínov

