

ADAPTACE ROSTLIN

K ŽIVOTU V EXTRÉMNÍCH TYPECH PROSTŘEDÍ

- *trvale ponořené ve vodě*
- *bez kontaktu s půdou (epifyty)*
- *v chladných oblastech (alpinském pásmo hor, polární oblasti)*

**ADAPTACE ROSTLIN TRVALE
PONOŘENÝCH VE VODĚ**
(submerzní rostliny, vodní makrofyta)

Druhová bohatost a fylogenetické vztahy submerzních rostlin

Vodní rostliny jsou *fylogeneticky heterogenní, polyfyletickou skupinou*. K adaptaci na vodní prostředí došlo mnohokrát v průběhu evoluce cévnatých rostlin. Ve většině případů se přitom jednalo o *přechod suchozemských rostlin do vodního prostředí*.

Častěji přecházely do vodního prostředí druhy z primitivnějších či evolučně plastičtějších taxonomických skupin. Pouze u šídlatek (*Isoëtopsida*) lze předpokládat, že nikdy ve své evoluci neopustily mokřadní prostředí.

Celkový počet druhů vodních rostlin (mechů, kapradin, semenných rostlin) je odhadován na *několik tisíc, z několika set čeledí. Avšak jen 40 čeledí obsahuje výhradně vodní rostliny*. Adaptace na mořskou vodu se vyskytuje jen u třídy *Liliopsida*.

V jakých typech vodního prostředí se vyskytují submerzních rostliny?

- **sladkovodní**
- **mořské**
- **trvale teplé** (tropické, subtropické)
- **teplé jen po část roku** (temperární)
- **trvale chladné** (polární)
- **eutrofní**
- **oligotrofní**
- **stojaté** (jezera, přehrady, rybníky, tůně)
- **tekoucí** (řeky, potoky)

Je potřeba upozornit, že dále probírané *submerzní rostliny* jsou součástí velké skupiny *vodních rostlin*, kam patří i druhy, které mají *listy jen částečně ponořené do vody* (obvykle spodní stranou (tedy jsou to listy splývavé) – např. okřehky, lekníny, ale i některé rdesty).

Jejich adaptace není již tak extrémně odlišná od terestrických rostlin.

Hlavní zvláštnosti vodního prostředí

Výhody života rostlin ve vodě:

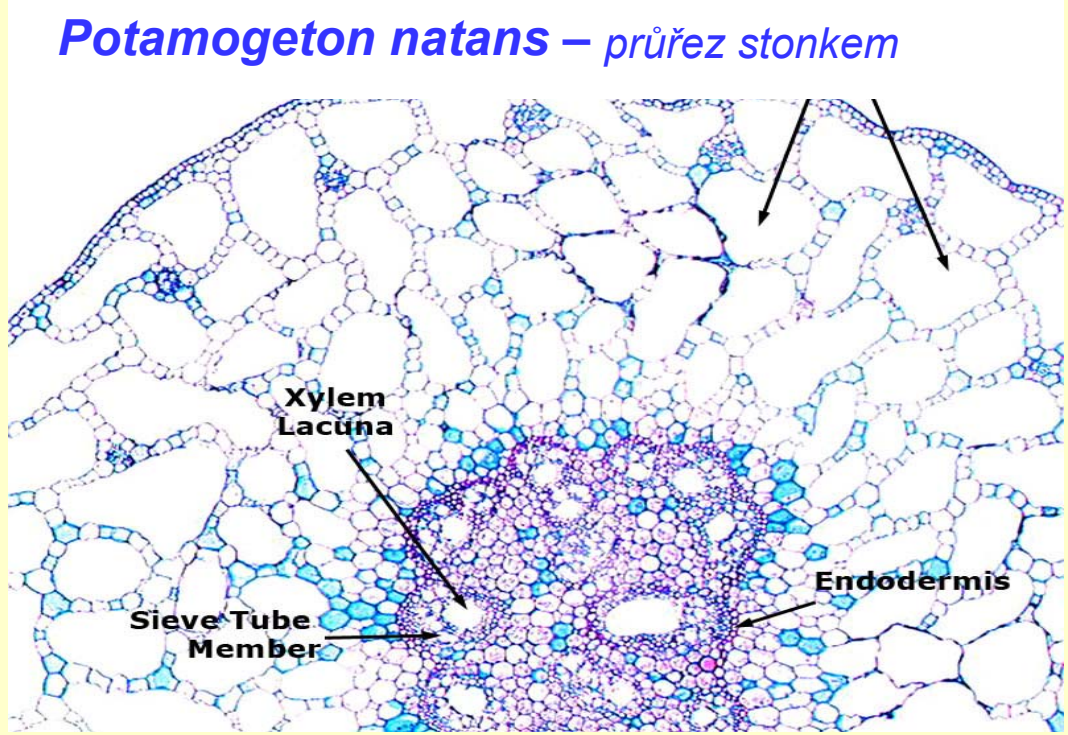
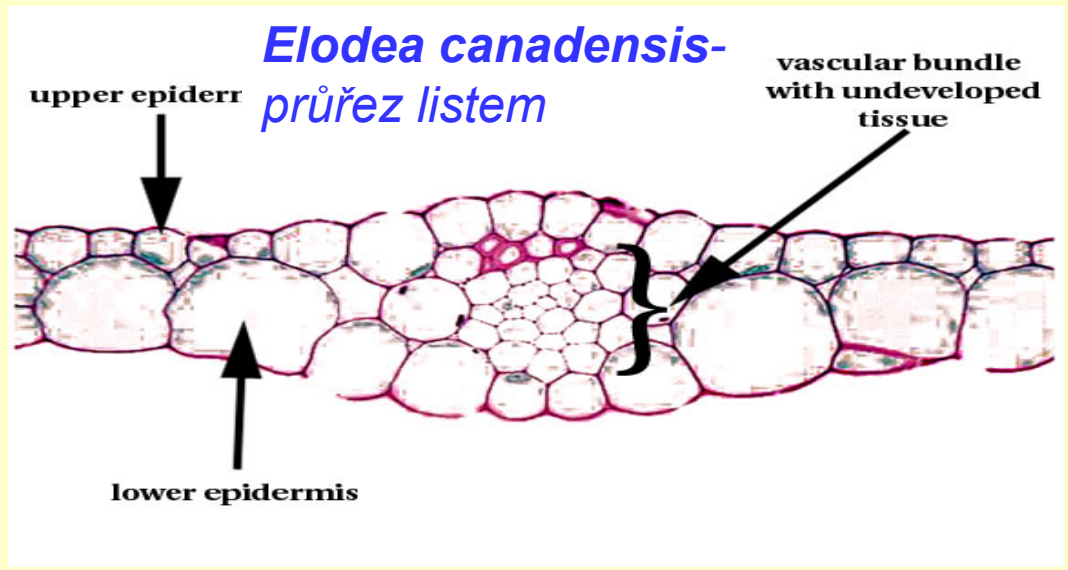
- *netrpí vodním deficitem,*
- *malé denní kolísání teploty,*
- *obvykle dostatek živin,*
- *malé ohrožení spásáním herbivory,*
- *tvoří biomasu jen s malým množstvím podpůrných struktur (= o to více je možná tvorba asimilačních orgánů).*

Nevýhody života rostlin ve vodě:

- *nedostatek CO₂ pro fotosyntézu (ve dne)*
- *nedostatek O₂ pro respiraci (v noci, nebo při tvorbě ledu)*
- *nedostatek záření (+ spektrální posun k modré)*
- *velké nebezpečí infekce patogeny (viry, bakterie, houby)*

Strukturní adaptace submerzních rostlin

- *preferance rozvoje listů*
(stonky často bývají zkrácené, kořeny někdy zcela chybí),
- *listy jsou velmi tenké*, někdy zcela bez mezofylu,
- *epidermis je obvykle bez kutikuly* a bez průduchů,
- *hojné chloroplasty*, a to i v epidermálních buňkách,
- *velké interceluláry* ve všech orgánech,
- *redukované cévní svazky* a výztužná pletiva.



Funkční adaptace submerzních rostlin

Fotosyntéza:

jen typu C3, ale CO₂ může být někdy získáván i *rozkladem přijímaných iontů HCO₃⁻*. Tímto rozkladem je možné značně *zvýšit koncentraci CO₂ uvnitř listů*, tím i potlačit fotorespiraci a zvýšit účinnost jeho fixace.

Světelná křivka fotosyntézy je podobná jak u terestrických rostlin rostoucích *za nedostatku záření* (nízká kompenzační ozáření, nízká maximální rychlost fixace).

Minerální výživa:

příjem živin hlavně *listy* (celým povrchem či specializovanými skupinami buněk, tzv. *hydropoty*), někdy i kořeny.

Rozmnožování

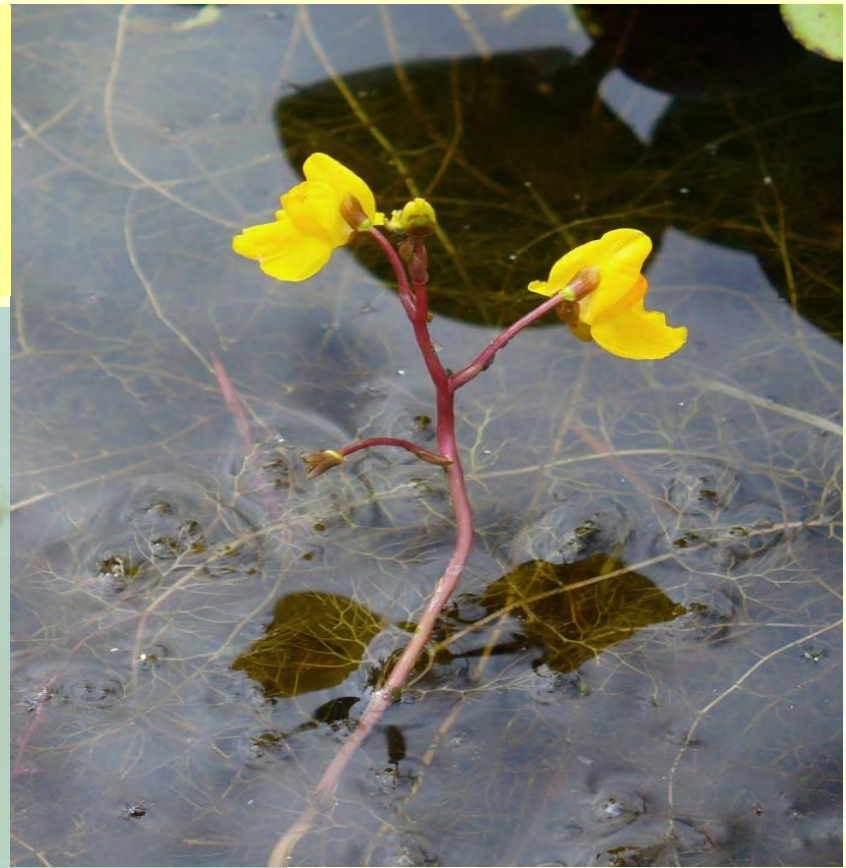
Převažuje vegetativní. Ke sprašování dochází velmi často *nad vodou*.

Myriophyllum spicatum (stolístek)

kosmopolit z čeledi zrnulovitých (*Haloragace*),
v ČR ještě další 2 druhy).



Utricularia vulgaris (bublinatka
obecná z řádu hluchavkotvarých).
Existuje několik stovek dalších
druhů (hlavně v Americe, v ČR jen 7)



Strukturní i funkční zvláštnosti bublinek

Prýty i u téhož druhu jsou tvarově a funkčně rozmanité:

- *plovoucí prýty při povrchu vodní hladiny* jsou zelené a bez kořenů,
- *submerzní nezelené prýty* jsou vybaveny lapacími měchýřky a mají také *kořeny*, kterými pronikají do bahnitého dna.

Na koncích větví se na zimu vytvářejí kulovité *zimní pupeny*, které se oddělují od umírajícího prýtu a přezimují u dna.

Měchýřky na lapání planktonu jsou zcela unikátním orgánem bublinek, vzniklý přeměnou listů. Podrážděním spouštěcích chlupů se víčko otevře směrem dovnitř a měchýřek nasaje vodu z vnějšího prostředí společně s kořistí a víčko se opět uzavře. Žlázy v měchýřku začnou vylučovat trávicí enzymy, které kořist rozloží.



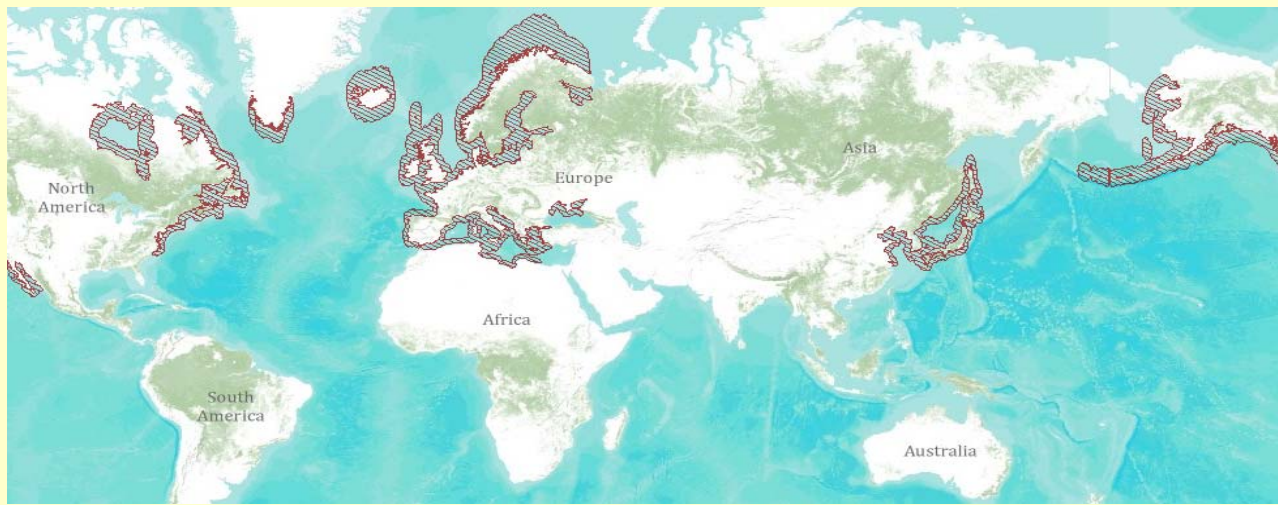


Šídlatka jezerní (*Isoetes lacustris*) je trvale ponořená vodní plavuň. V České republice se vyskytuje jen v Černém jezeře na Šumavě.

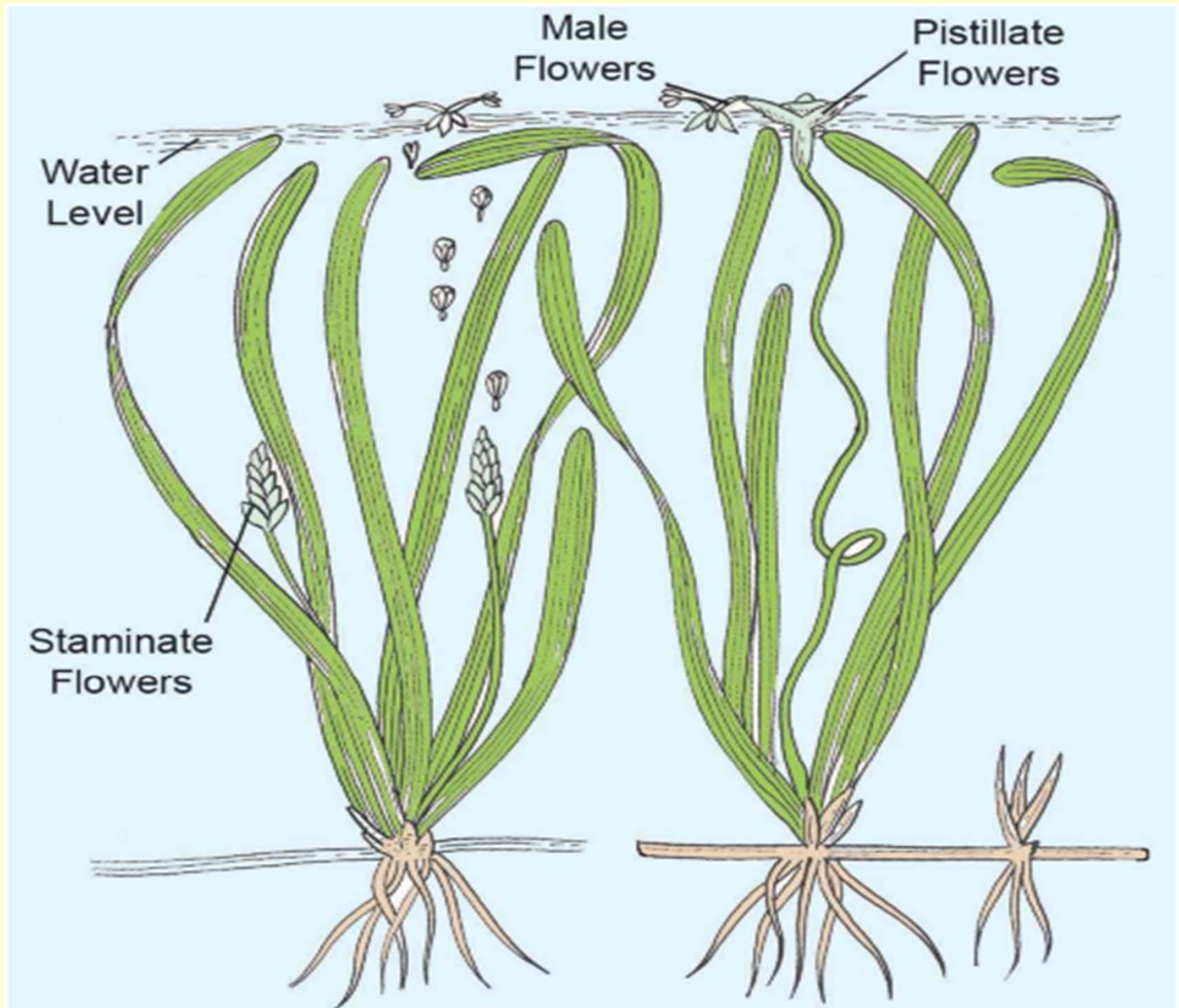


Zostera marina (LILIOPSISIDA, NAJADALES, ZOSTERACEAE)

je kosmopolitně rozšířený druh vodní rostliny, která v obrovských kvantech kolonizuje pobřežní vody mnoha moří



Reprodukční procesy u rostlin druhu *Zostera marina*



ADAPTACE SEMENNÝCH ROSTLIN K ŽIVOTU BEZ KONTAKTU S PŮDOU (*aerofyty: epifyty, petrofyty*)









Nejpočetnější taxonomické skupiny semenných aerofytních rostlin

Čeď	počet rodů	počet druhů
<i>Orchidaceae</i>	460	20 000
<i>Bromeliaceae</i>	26	1200
<i>Piperaceae</i>	24	710
<i>Gesneriaceae</i>	20	600
<i>Melastomaceae</i>	14	600
<i>Cactaceae</i>	25	133

•••

Celkem je známo přibližně 30 000 druhů aerofytních rostlin z 20 čeledí !

Hlavní vnější faktory ovlivňující rozšíření a růst aerofytních rostlin

Nepříznivé faktory při růstu bez kontaktu s půdou:

- *malá dostupnost vody, a obvykle i velmi krátkodobá* (nemohou využívat zásobu vody v půdě),
- *trvalý nedostatek živin* (získávají je jen z dešťové vody a z prachových částic).

Výhody aerofytního způsobu života:

- mají dostatek záření i na místech s hustou podrostní vegetací
- nejsou ohroženy spásáním.

Rostou převážně v tropických oblastech,

protože nejsou (či jen velmi málo) mrazuvzdorné!

Velmi se liší v toleranci k zastínění.

Strukturní adaptace aerofytních rostlin

Kořeny mají především *mechanickou funkci* (přidržování rostliny k podložce) nemají možnost aktivní regulace příjmu vody, často *zakrňují a dřevnatí* (např. u bromélií). Někdy se obalují vrstvou mrtvých buněk (*velamen* – u orchidejí).

Stonek je obvykle krátký či zcela zakrnělý.

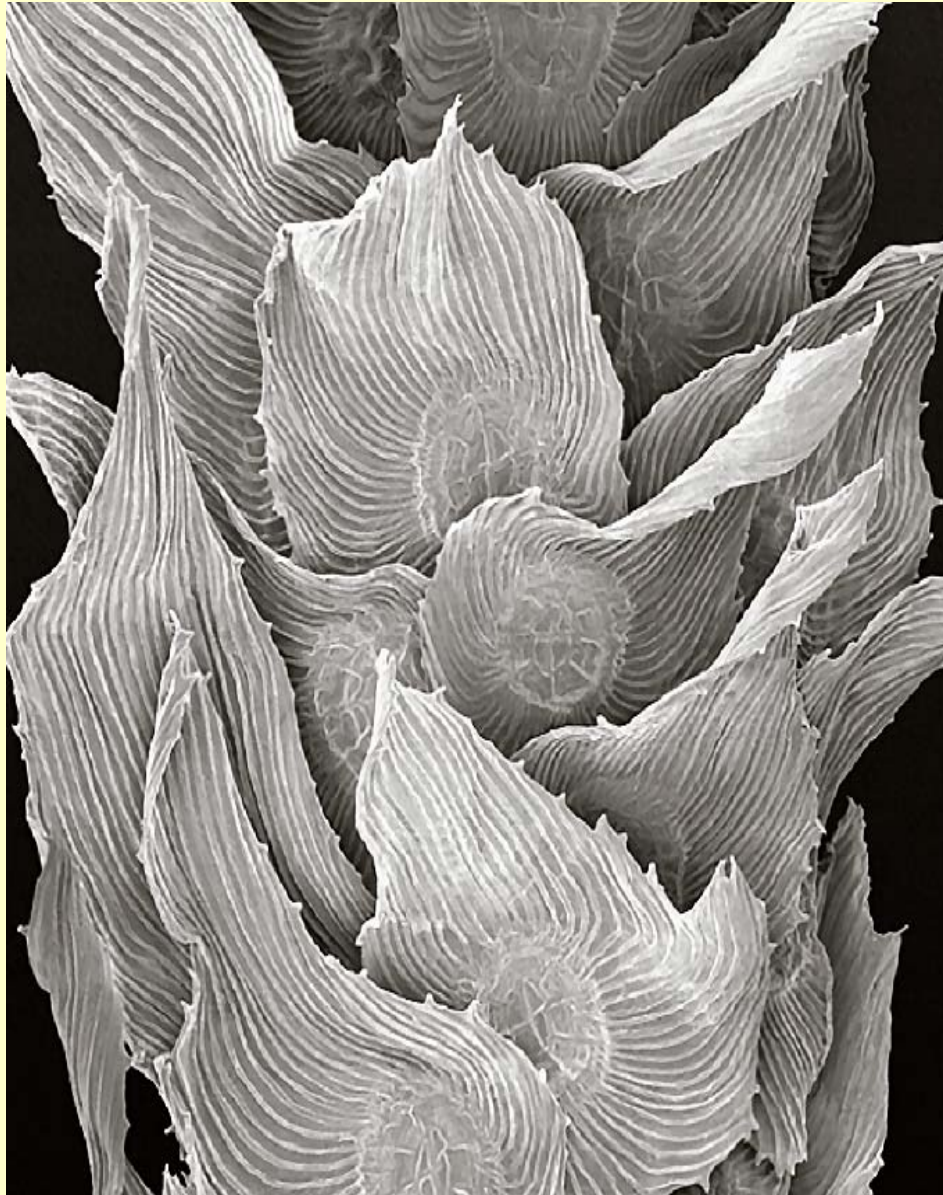
Listy bývají často *sukulentní* (i když někdy jen nevýrazně). U mnoha druhů vytvářejí *růžice*, které lépe zadržují prachové částice a mohou se v nich také hromadit i zásoby vody. Povrch listů bývá velmi často pokryt zvláštními *sorpčními trichomy* a značně *reflexivní*.

Strukturní adaptace vznikaly se často pod vlivem **protichůdných selekčních tlaků**, např. pro omezení ztráty vody ⇒ *zmenšit povrch* orgánů, ale současně pro zvýšení příjmu živin ⇒ *zvětšit povrch* orgánů.

Funkční adaptace aerofytních rostlin

- ***vysoce úsporné hospodaření s vodou*** - velmi rychlý příjem po ovlhčení, a naopak velmi malý výdej transpirací.
- u většiny druhů je dokonale vyvinutá ***fixační cesta CAM***,
- ***velmi citlivé průduchy*** (i na změny vlhkosti vzduchu!),
- ***rychlý příjem živin*** i z velmi zředěných roztoků (dešťová voda),
- specifické adaptace pro ***klíčení semen a růst semenáčků***,
- u části druhů slouží k příjmu vody a živin ***sorpční trichomy*** na povrchu listů.

Stavba sorpčních trichomů epifytních bromélií





Tillandsia atroviridipetala



Tillandsia usneoides





Tillandsia fasciculata

A photograph showing two bromeliad plants growing on a grey, textured rock face. The upper plant has large, light green leaves with brownish tips and a central flower spike. The lower plant has smaller, reddish-brown leaves and a central flower spike. The rock surface is uneven and shows some shadows.

Catopsis nutans

Tillandsia capitata



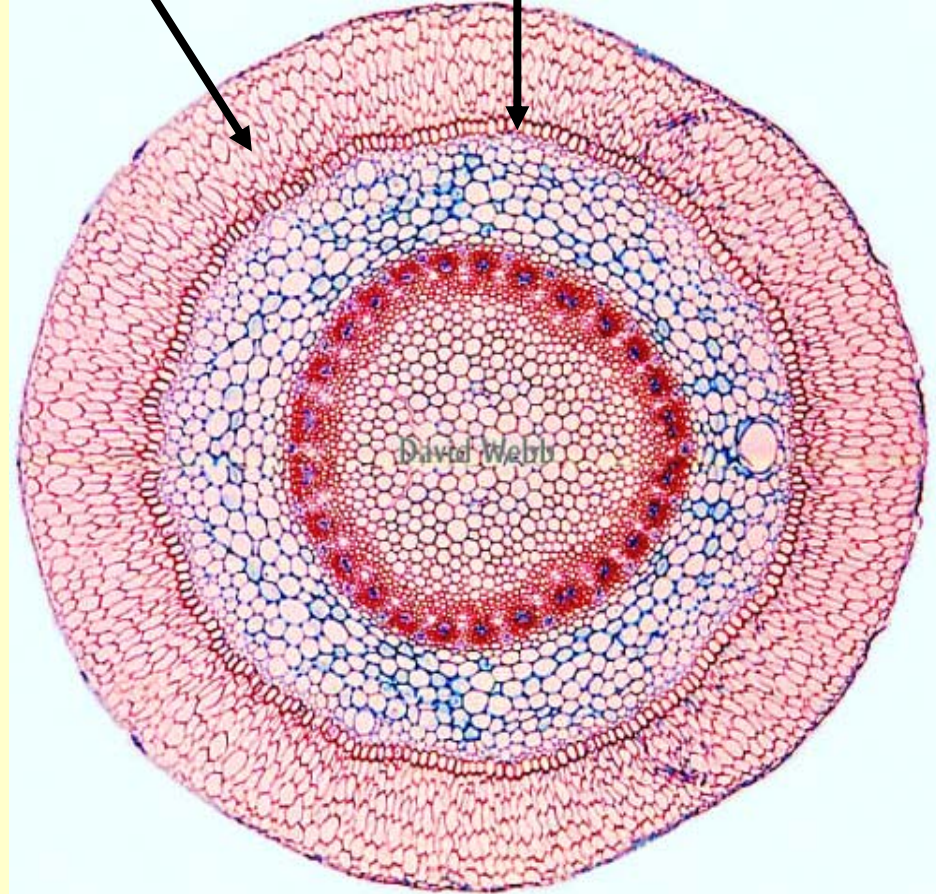
Guzmania lingulata

Vzdušné kořeny epifytních orchidejí mají zcela zvláštní anatomii



velamen

epidermis





Cattleyopsis lindenii

ADAPTACE ROSTLIN K TRVALÉMU CHLADU

Hlavní oblasti s trvalým chladem a bez stromů

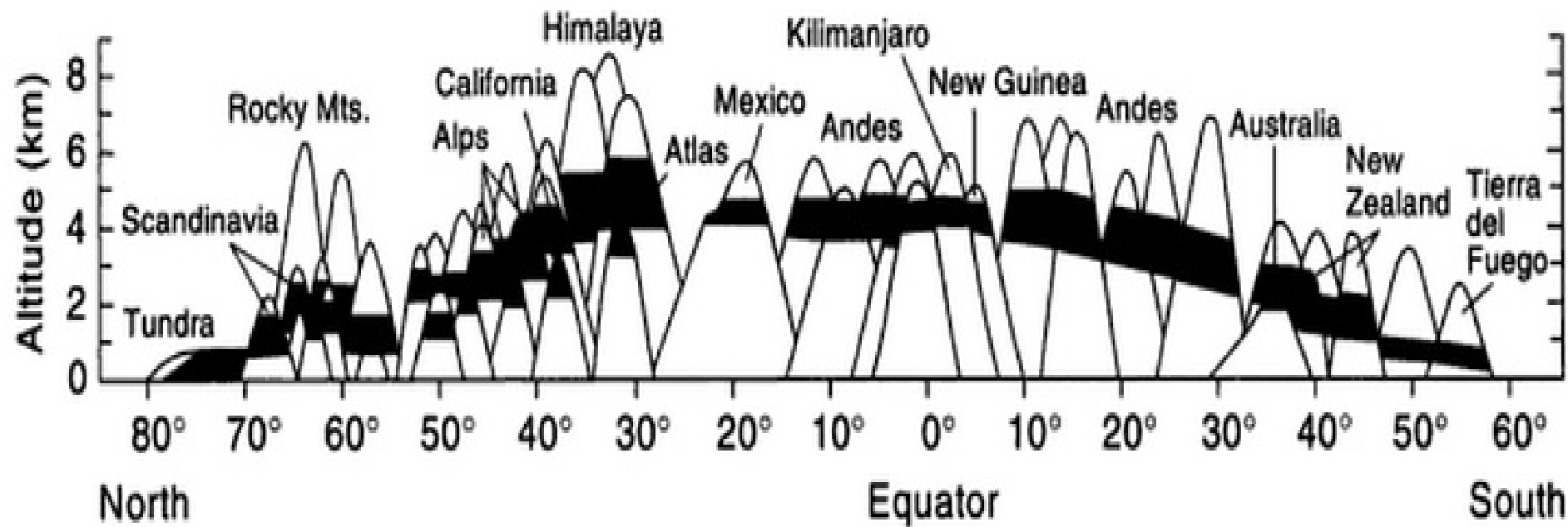
polární oblasti (dané zeměpisnou šířkou):

- *Arktida,*
- *Antarktida*

alpinské pásmo hor (dané zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou)

- *hory v mírném pásmu*
- *hory v tropickém pásmu*
- *hory v subpolární pásmu*

Hranice výskytu alpinského pásma jsou závislé na zeměpisné šířce dané oblasti!



Klimatické podmínky alpských a polárních oblastí

a) společné:

- nízká průměrná teplota vzduchu (ve vegetačním období pod 6 až 8 °C),
- pravidelný výskyt mrazu, a to i ve vegetačním období,
- mimořádně velká závislost mikroklimatu na reliéfu,
- obvykle krátké vegetační období, dlouhodobé zasněžení.

b) jen alpské pásmo:

- zvýšený podíl UV záření ve spektru,
- obvykle velké množství srážek, častý silný vítr.
- snížený tlak vzduchu (ve 2500 m o 25%, 5000 m o 50%),
- zvýšená difusivita vzduchu pro CO₂ a vodní páru,

c) jen pro polární oblasti:

- mimořádně velké kolísání délky dne (fotoperiody) během roku.

Hlavní klimatické faktory bránící v růstu neadaptovaných rostlin v chladných oblastech:

- **trvale nízká průměrná teplota v růstovém období**
(a tím i celkově *zpomalená rychlost růstu a vývoje!*),
- **krátké růstové období** (neplatí pro alpské pásmo tropických hor!)
a s tím spojené problémy :
 - obtížné zachování pozitivní celoroční energetické a C bilance,
 - obtížné „vyzrávání“ mladých vegetativních orgánů,
(nemohou pak dosáhnout plné odolnosti k mrazu!),
 - obtížné dokončení reprodukčního cyklu.
- **mráz**, často i během růstového období,
- **přehřívání** za jasných dnů, zvláště u polštářových forem.

Méně či jen lokálně významné limitující faktory

- **větší množství UV- záření,**
- **nedostatek vody nebo živin,**
- **mechanické poškození** (sněhem, ledem, větrem)

Převažující typy rostlin v chladných oblastech:

- **trsnaté traviny** (hlavně trávy a ostřice s množstvím stařiny),
- **vytrvalé byliny**, často tvořící růžice,
- **polštářovité formy** různých druhů,
- **nízké dřevnaté keříky**.

Mnohem vzácněji: *letničky, geofyty, sukulenty*

U bylin jsou obvykle vyvinuty **robustní kořeny či oddenky** s velkým množstvím zásobních látek.

Květy jsou obvykle větrosnubné (není dostatek vhodných hmyzích opylovačů), *dozrávání semen* je rychlé.

Odolnost k mrazu se udržuje po celý rok.

Proč v alpinském pásmu nerostou stromy?

- Orgány stromových druhů **nejsou o nic méně odolné** vůči stresovým faktorům (zejména mrazu) v alpinském pásmu než orgány nízké (bylinné a keříkové) vegetace.
- **U stromů** dochází k přeměně absorbované radiační energie na teplo vysoko nad půdním povrchem, **teplo se rychle ztrácí do atmosféry bez možnosti akumulace v půdě**. Teplotní mikroklima v korunách stromů i kolem kořenů je tudíž velmi blízké drsnému mikroklimatu na volné ploše.
- **Nízká vegetace je schopna si vytvořit příznivější mikroklima** (ve fylosféře i ve rhizosféře) než jaké převládá na volné ploše, což je zásadně důležité pro jejich zdárný růst a vývoj.

