

Evoluční morfologie rostlin

Jak přežít nepřízeň... ...a jiné adaptace

Pavel Veselý



MODULARIZACE VÝUKY
EVOLUČNÍ A EKOLOGICKÉ
BIOLOGIE
CZ.1.07/2.2.00/15.0204

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dužnatost

- hromadění zásob vody pro přežití období sucha
- Listoví či stonkoví sukulenti
- povrch listů/stonku je kryt silnou kutikulou
- rostliny suchých oblastí, malá tolerance mrazu
- často fotosyntéza CAM
- *Piperales – Peperomia*
- *Vitaceae*
- *Rosidae – Euphorbiaceae*
- *Caryophyllales – Aizoaceae, Portulacaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae*
- *Asteridae – Crassulaceae, Asclepiadaceae, Lamiaceae, Plantaginaceae, Asteraceae*
- *Liliopsida – Agavaceae, Asphodelaceae, Orchidaceae*

Dužnatost

<http://www.mccullagh.org/db9/1ds-4/prickly-pear-cactus-flowering.jpg>



Opuntia ficus-indica (Cactaceae)

Dužnatost

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/E_obesa_obesa_ies.jpg



Euphorbia obesa (Euphorbiaceae)

Dužnatost



Jovibarba globifera (Crassulaceae)

Dužnatost

<http://pics.davesgarden.com/pics/2003/06/09/jonivy/db5906.jpg>



Plectranthus amboinicus (Lamiaceae)

Semena

- samotné rostliny nepřežívají, jsou terofyty
- produkují velké množství semen s obvykle dobrou odolností a dlouhou klíčivostí
- kompetičně slabé druhy, často různé plevely, rostliny stepí, makií, pouští, obnažených dnů rybníků

Semena



Erophila verna (Brassicaceae)

Semena



<http://www.flickr.com/photos/digitplantimages/3388893889/>

Adonis aestivalis (Ranunculaceae)

Semena

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/California_poppy_\(Eschscholzia_californica\)_-_22.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/California_poppy_(Eschscholzia_californica)_-_22.jpg)



Eschscholzia californica (Papaveraceae)

Semena



Coleanthus subtilis (Poaceae)

Geofytismus

- rostliny s podzemním zásobním orgánem
(kořenová hlíza, oddenek, oddenková hlíza, bazální hlíza, cibule)
- adaptace na periodické sucho či zastínění
- zejména mediteránní oblasti, některé pouště, lesy a stepi
- rostliny přežívají ve formě zásobního orgánu
- zejména jarní druhy mají krátkoživotné asimilační orgány
- rozšířen po většině evolučních větví, nejvíce však *Liliales* a *Asparagales*

Geofytismus



Galanthus nivalis (Amaryllidaceae)

Geofytismus



Cyclamen purpurascens (Primulaceae)

Geofytismus



Bryonia dioica (Cucurbitaceae)

Geofytismus



Gynandriris sisyrinchium (Iridaceae)

Geofytismus



Mandragora officinalis (Solanaceae)

Geofytismus



Urginea maritima
(Hyacinthaceae)

Geofytismus



Scorzonera mollis (Asteraceae)

Geofytismus



Geranium tuberosum (Geraniaceae)

Opadavost

- rostliny přežívají ve formě nefotosyntetického stonku
- adaptace na nedostatek vody
- temperátní oblasti na zimu, v mediteránu a suchých tropech někdy na léto

Opdavost

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Fagus_sylvatica_autumn_leaves.jpg



Fagus sylvatica (Fagaceae)

Opdavost



Euphorbia dendroides (Euphorbiaceae)

Tvrdolistost

- adaptace na nedostatek vody
- listy jsou výrazně sklerenchymatizované
- v mediteránních oblastech a suchých tropech
- zejména dvouděložné rostliny
(*Magnoliopsida*, *Rosopsida*)
- vzácněji jednoděložné – *Dracaena*

Tvrdoolistost



http://botanika.bf.jcu.cz/materials/photogallery-pictures/Laurus_nobilis-kvet.jpg

Laurus nobilis (Lauraceae)

Tvrdoлистост



Quercus ilex (Fagaceae)

Poikilohydrie

- adaptace na období sucha
- schopnost tolerovat téměř úplné vyschnutí s následnou regenerací
- Mechorosty: absence kutikuly

Poikilohydrie



Foto: Jana Procházková

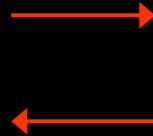


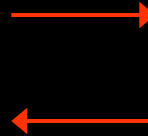
Foto: Jana Procházková

Orthotrichum pallens
Bryophyta

Poikilohydrie



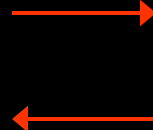
<http://resurrectionplant.net/other-species-of-resurrection-plant/>



<http://www.akvar.cz/products/selaginella-lepidophylla/>

Selaginella lepidophylla
Lycopodiophyta

Poikilohydrie



Ceterach officinarum
Aspleniaceae

Poikilohydrie

- adaptace na období sucha
- schopnost tolerovat téměř úplné vyschnutí s následnou regenerací
- Mechorosty: absence kutikuly
- Krytosemenné: Gesneriaceae (*Ramonda, Haberlea, Jankaea*)

Poikilohydrie



Ramonda serbica
Gesneriaceae

„Vzduchovody“

- adaptace na růst v hypoxických podmínkách
- Rostliny lužních lesů, bahenní a vodní rostliny
- Pneumatofory, aerenchym, sifonostélé, arthrostélé

Aerenchym



Juncus inflexus (Juncaceae)

Pneumatofory

http://www.uspza.cz/obrazky5/08-tisovec_03_big.jpg



Taxodium distyllum
(Taxodiaceae)

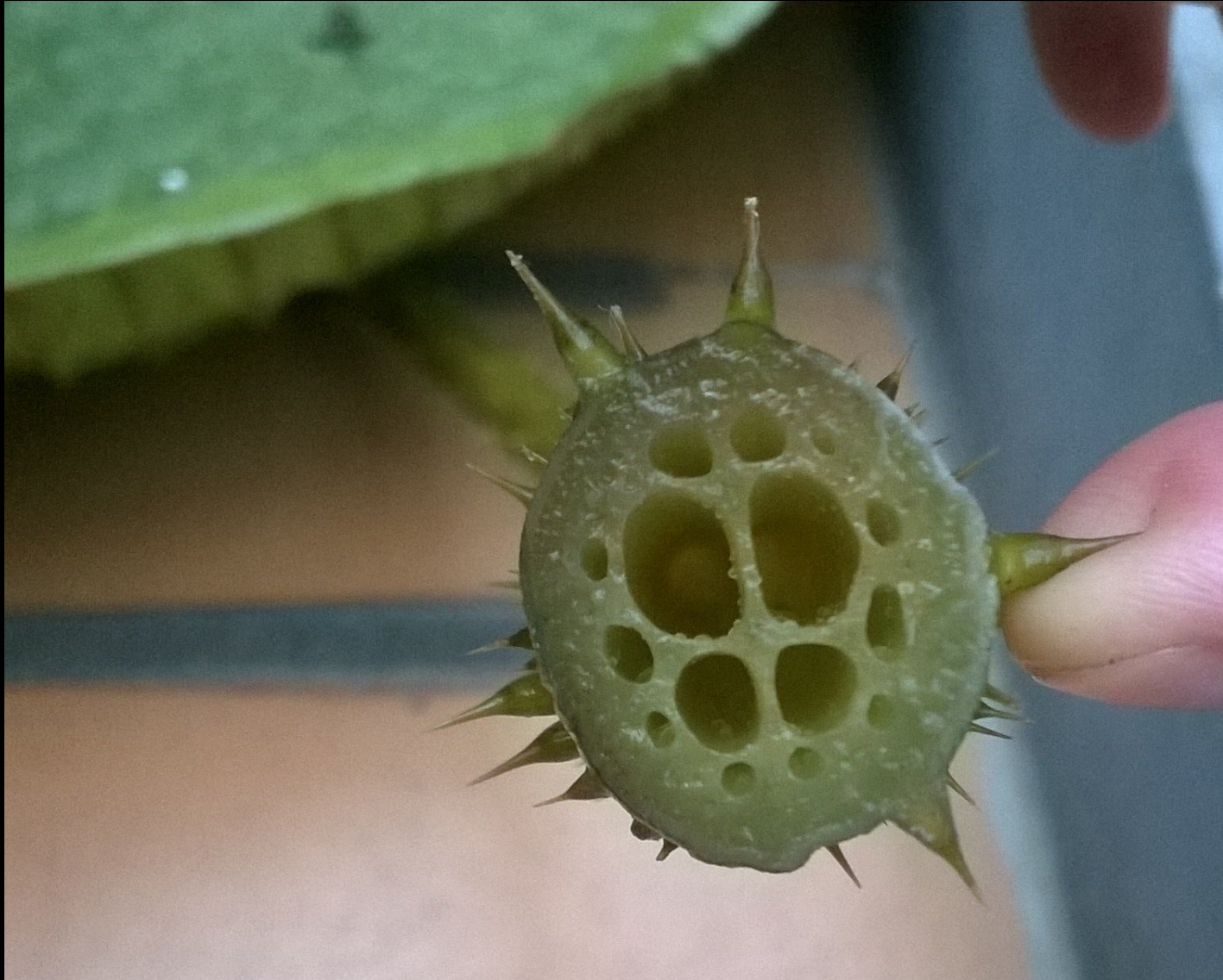
Arthrostélé

Equisetum arvense L.
©Thomas Schoepke



Equisetum arvense (Equisetaceae)

Duté řapíky

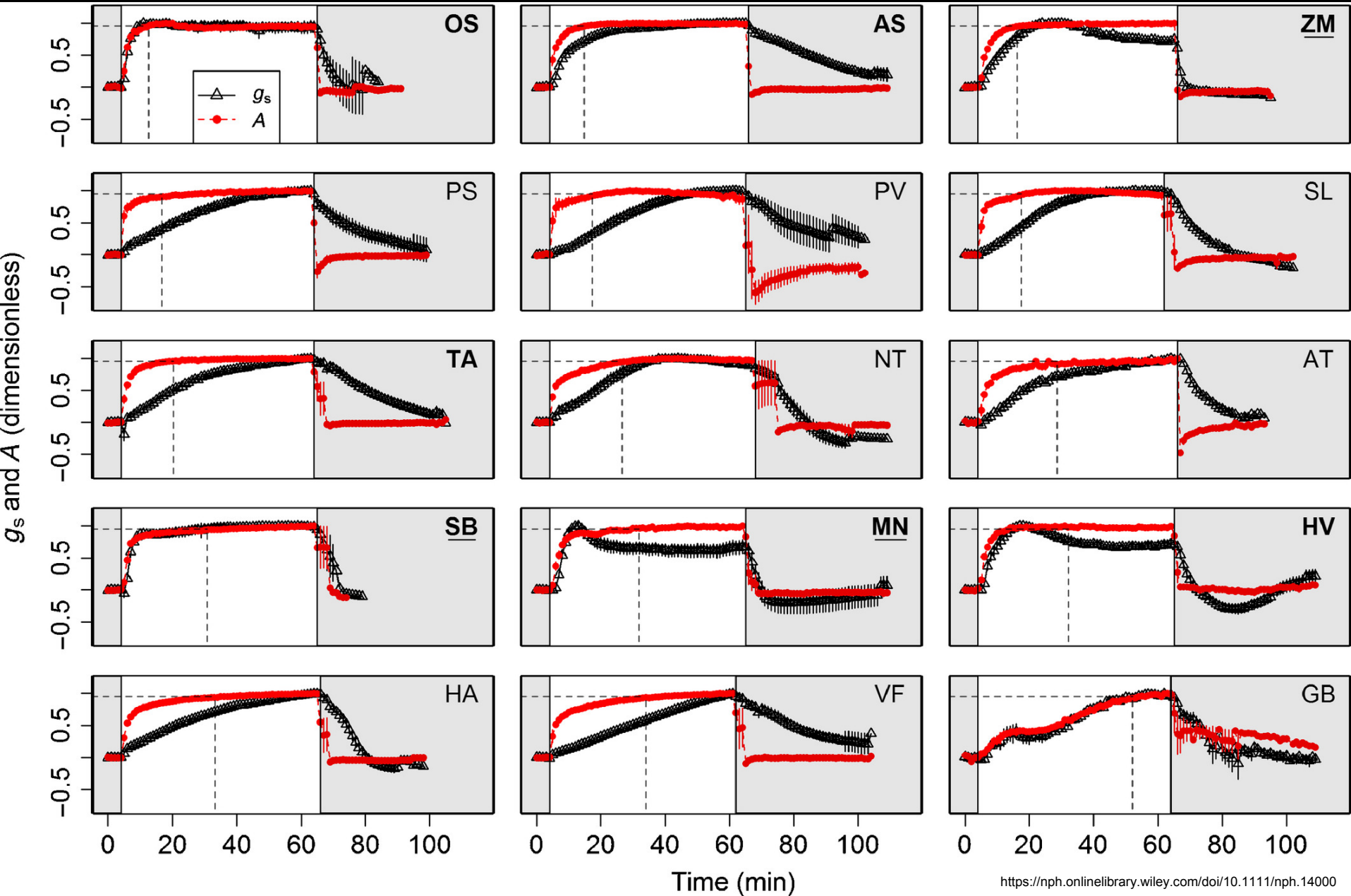


Victoria cruziana (Nymphaeaceae)

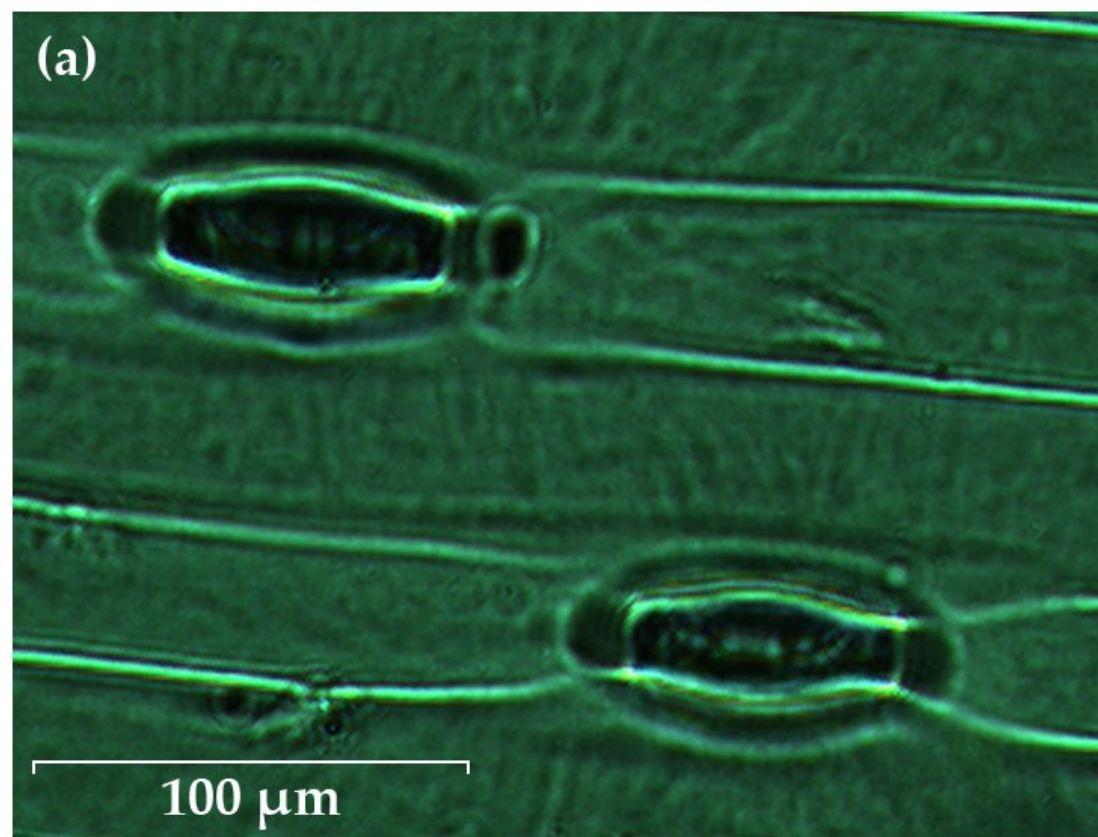
Velikost průduchů

- souvisí s hospodařením s vodou
- malé průduchy lépe (rychleji) regulují výpar
- druhy suchých biotopů mají menší průduchy
- fosilní druhy v dobách vysoké vlhkosti a CO_2 měly větší průduchy
- zviditelňuje velikost genomu pro selekci

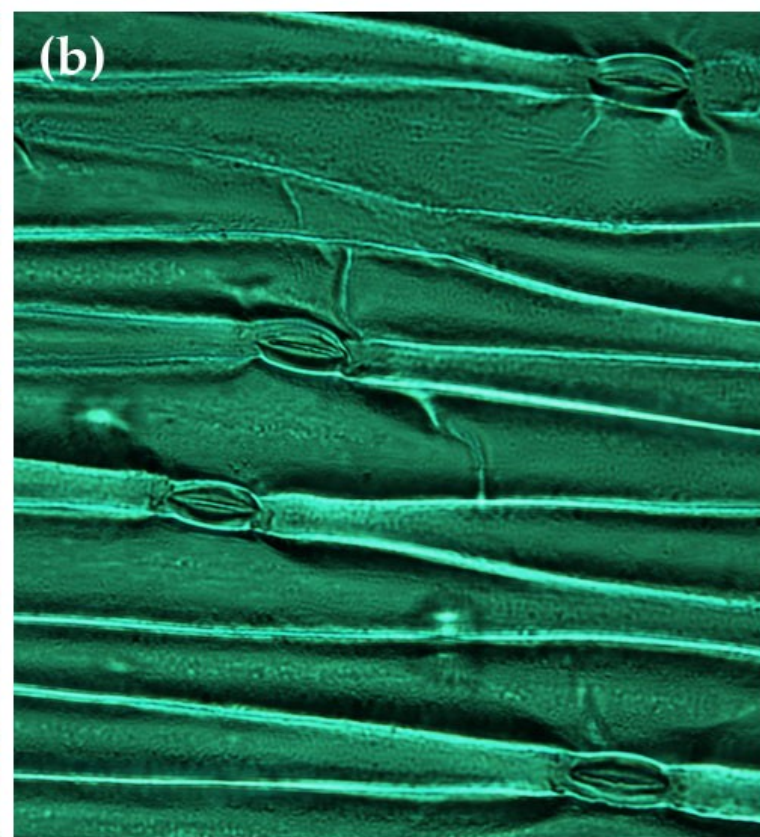
Fotosyntéza a velikost průduchů



Velikost průduchů



Gagea lutea (Liliaceae)

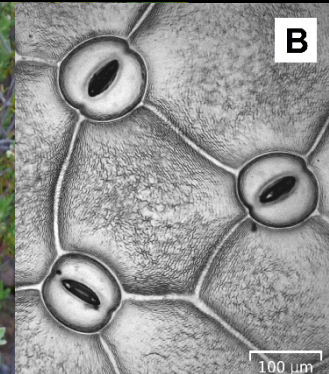
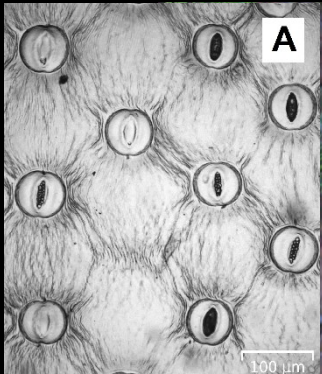


Anthericum ramosum (Anthericaceae)

Kontrastující případy

- Jarní a letní geofyty
- Vytrvalé byliny a dřeviny (zejm. stromy)
- Rozdíl mezi svrchní a spodní stranou listu

Přírodní experiment



Adaptace na oheň

- schopnost odolat ohni či rychle regenerovat
- schopnost způsobit požár (silice)
- přežívání ve formě semen, podzemních orgánů, odolných větví (reseeders, resprouters)
- často v mediteránních oblastech či suchých tropech
- semena některých druhů klíčí až po požáru

Odolnost k ohni



Quercus suber (Fagaceae)

Schopnost regenerace



Eucalyptus sp. (Myrtaceae)

Přežívání v semenech



Robinia pseudacacia (Fabaceae)

Pinus sylvestris (Pinaceae)



Způsobení požáru



Dictamnus albus (Rutaceae)

Spáleníště



PP Santon (Tvarožná)

Spáleníště



Napier (Jižní Afrika)

Zastínění

- Rostliny tvoří při zastínění větší listy (s méně vrstvami parenchymu)
- Většinou i druhy sciofilní mají větší listy než heliofilní
- Byliny z lesního podrostu mají další adaptace
 - červená spodní strana listů
 - iridescence listů

Zespodu červené listy

- V podrostu lesa je „červenozelený stín“
- Zbarvení je způsobeno antokyany v pokožce spodní strany listu
- Záření se využije dvakrát, po průchodu listem se odrazí od spodní strany zpět nahoru
- V evoluci několikrát nezávisle na sobě (*Selaginella*, *Cyclamen*, *Calathea*, ...)

Zespodu červené listy



Cyclamen purpurascens (Primulaceae)

Zespodu červené listy



<https://i.redd.it/k2lkdycgf4521.jpg>

Calathea bicolor (Maranthaceae)

Zespodu červené listy



Selaginella concinna (Selaginellaceae)

Iridescence

- V podrostu tropických lesů
- Namodralá barva je nepravá – je způsobena lomem světla na povrchu listu přítomností nanočástic SiO_2
- Ty koncentrují světlo
- V evoluci několikrát nezávisle na sobě
(*Selaginella*, *Dryopteridaceae*, *Begoniaceae*, *Cyperaceae*, ...)

Iridescence



Selaginella willdenowii (Selaginellaceae)



Selaginella uncinata (Selaginellaceae)

Iridescence



Elaphoglossum sp. (Dryopteridaceae)

Iridescence



Begonia pavonina (Begoniaceae)

Sivé povrchy

- Některé rostliny nebo jejich části mají sivý (šedo zelený) vzhled



- Vzniká lomem světla na povrchu
- Může mít tři příčiny
 - voskově ojíňený povrch
 - povrch hustě pokrytý trichomy
 - vzduchové bublinky v pokožce

Voskový povrch



Tulipa sylvestris (Liliaceae)

Husté pokrytí trichomy



<http://www.biolib.cz/IMG/GAL/130741.jpg>

Filago arvensis (Asteraceae)

Husté pokrytí trichomy



Salvinia natans (Salviniaceae)

Vzduchové bublinky



Pilea cadierei (Urticaceae)

Význam sivosti

- **Adaptace na nadměrné ozáření**
(všechny možnosti)
- **Nesmáčivý (hydrofobní) povrch**
(vosk / trichomy)
- **Snížení transpirace**
(vosk / trichomy)
- **Flekatost – ochrana před herbivorním hmyzem**
(vzduchové bublinky, chlorofylové mutace)

Masožravost

- adaptace na nedostatek živin v půdě
- rostliny chytají drobné živočichy
- k tomu využívají metamorfované listy, nikdy však květy
- v evoluci je relativně vzácná:
 - *Oxalidales* – *Cephalotaceae*
 - (*Malpighiales* – *Passiflora foetida*)
 - *Caryophyllales* – *Dioncophyllaceae* (rod *Triphyophyllum*), *Droseraceae*, *Drosophyllaceae*, *Nepenthaceae*
 - *Ericales* – *Roridulaceae*, *Sarraceniaceae*
 - *Asterales* – *Styllidium*
 - *Poales* – *Bromeliaceae*

Asteridae

Rosidae

Liliopsida

Masožravost

http://www.gradinamea.ro/_files/Image/articole/original/drosera-capensis_all-red01.jpg



Drosera capensis (Droseraceae)

Masožravost



Dionaea muscipula (Droseraceae)

Masožravost



Genlisea sp. (Lentibulariaceae)

Masožravost

[http://www.pinguicula.org/images/Jan_Flisek/Jan%27s_2004/Sarracenia_purpurea_Switzerland\(HR\).jpg](http://www.pinguicula.org/images/Jan_Flisek/Jan%27s_2004/Sarracenia_purpurea_Switzerland(HR).jpg)



Sarracenia purpurea (Sarraceniaceae)

Masožravost

http://en.wikipedia.org/wiki/File:P_foetida_fruit.jpg



Passiflora foetida (Passifloraceae)

Parazitismus

- souvisí se ztrátou schopnosti růst samostatně
- poloparaziti nebo holoparaziti
- k proniknutí do CS využívají haustoria – metamorfované kořeny
- mezi nahosemennými existuje jediný druh *Parasitaxus ustus*
- u krytosemenných se vyvinul pouze u dvouděložných (*Magnoliopsida* a *Rosopsida*)
 - *Lurales* – *Lauraceae* – *Cassytha*
 - *Malvales* – *Cytinaceae*
 - *Malpighiales* – *Rafflesiaceae*
 - *Santalales* – *Santalaceae*, *Loranthaceae*, *Balanophoraceae*,
Misodendraceae, *Opiliaceae*
 - *Ericales* – *Mitrastemonaceae*
 - *Lamiales* – *Orobanchaceae*
 - *Solanales* – *Cuscutaceae*

Parazitismus

http://dendrome.ucdavis.edu/treegenes/species/oracjgg/parasitaxus_usta_general.jpg



<http://www.conifers.org/po/pa/parasitaxus1.jpg>



Parasitaxus ustus (Podocarpaceae)

Parazitismus

http://content2.eol.org/content/2009/07/24/04/21309_large.jpg



Cassytha filiformis (Lauraceae)

Parazitismus



Cytinus ruber (Cytinaceae)

Parazitismus



Thesium linophyllum (Santalaceae)

Parazitismus



Loranthus europaeus (Loranthaceae)

Parazitismus



Viscum minimum (Santalaceae)

Hyperparazitismus



Thesium sp. & *Cassytha ciliolata*

Ostnitost

- trny mohou být odvozeny od listu, palistu, stonku, či kořene
- sklerenchymatická výztuž je energeticky náročná
- má význam tam, kde by ztráta biomasy okusem herbivorů byla závažná

Ostnitost



Rosa micrantha (Rosaceae)

Ostnitost



Astragalus spinosus (Fabaceae)

Ostnitost



Robinia pseudacacia (Fabaceae)

Ostnitost



Prunus spinosa (Rosaceae)

Jedovatost, odpudivost

- alternativa či doplněk k ostnitosti
- má smysl tam, kde samotná ostnitost nestačí, případně se nevyplatí kvůli krátké vegetační sezóně
- zejména v suchých biotopech
- většina geofytů je jedovatých

Jedovatost

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Narcissus_pseudonarcissus_\(daffodills\)_-_1.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Narcissus_pseudonarcissus_(daffodills)_-_1.jpg)



Narcissus pseudonarcissus (Amaryllidaceae)

Odpudivost



Allium ursinum (Alliaceae)

Odpudivost



Salvia officinalis (Lamiaceae)

Sklápění listů

- ochrana fotosyntetických orgánů proti poškození větrem či herbivory
- *Fabaceae, Oxalidaceae*

Sklápění listů

<http://pieknyogrod.cba.pl/wp-content/uploads/2010/06/mimosa-pudica.jpg>



Mimosa pudica (Fabaceae, Mimosoideae)

Sklápění listů



Oxalis triangularis (Oxalidaceae)