



Základy ekológie 2.

Organizmus, jedinec



- podmienky existencie organizmov
- adaptácie organizmov
- vzťah rastlín k základným ekologickým faktorom
 - fytoindikácia

Organizmus, jedinec



- = **1 indivídium** – jedna rastlina či živočích
 - **funkčný živý systém**
 - jednobunkové a mnohobunkové org.
 - **unitárne** organizmy
 - geneticky determinovaná podoba (vtáky, cicavce)
 - **modulárne** o.
 - stále rastú, vetvia sa, podoba a veľkosť sa mení, záleží od prostredia (rastliny, huby, lišajníky, koraly)
 - výbežkami (vegetatívne) sa šíriace rastliny
- **vlastnosti**
 - genetická výbava, anatomická a morfológická stavba, fyziologické vlastnosti
- **vzťah, styk s prostredím**
 - látková výmena = **metabolizmus**
 - **dráždivosť** = odpovede na vonkajšie podnety
 - mechanické – tropizmy
 - chemické – sekrécia
- **životný cyklus** (ontogenetický vývoj)
 - od embrya po smrť
 - reprodukcia

Fázy metabolismu



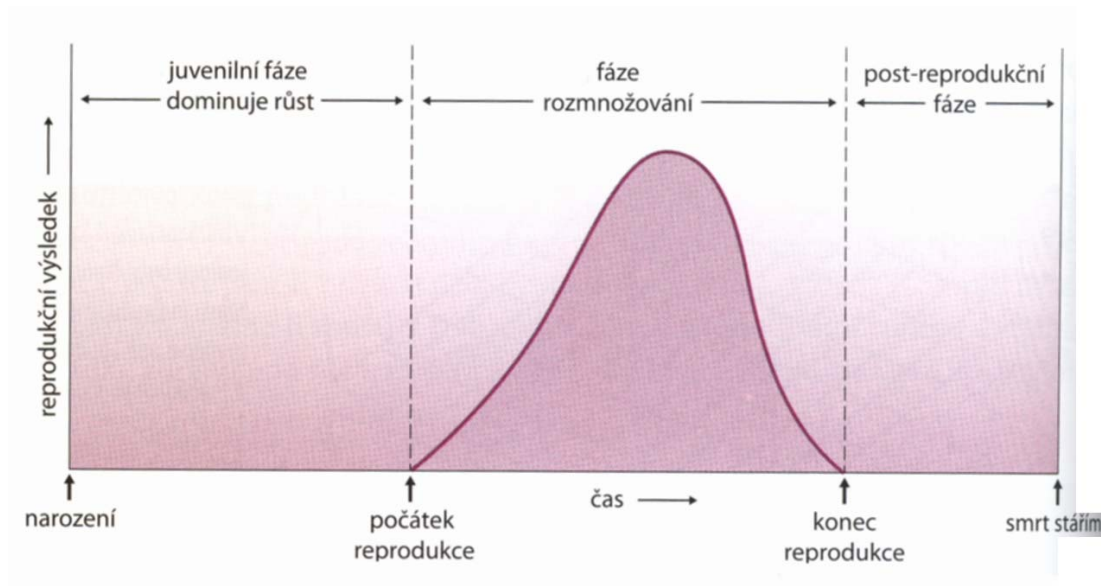
- **konzumácia**
 - **asimilácia**
 - stavebné látky
 - energetické látky
 - spaľovanie pri chemických syntézach
-  **vznik biomasy**
- **disimilácia**
 - respirácia (redukcia kyslíkom – H_2O , CO_2)
 - fermentácia
 - exkrementy
 - separácia
 - neasimilované, respirované látky, sekrécia, exkrécia (moč, pot)

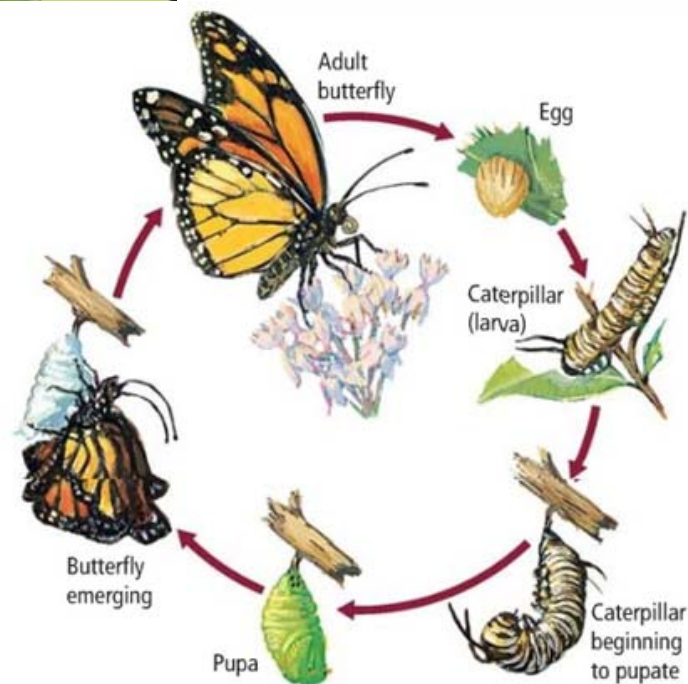
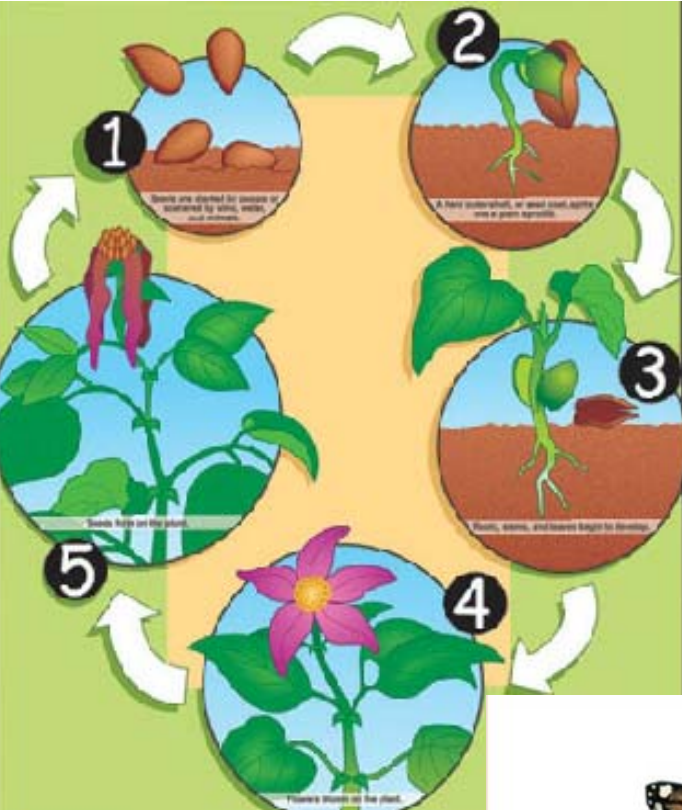
Životný cyklus a reprodukcia



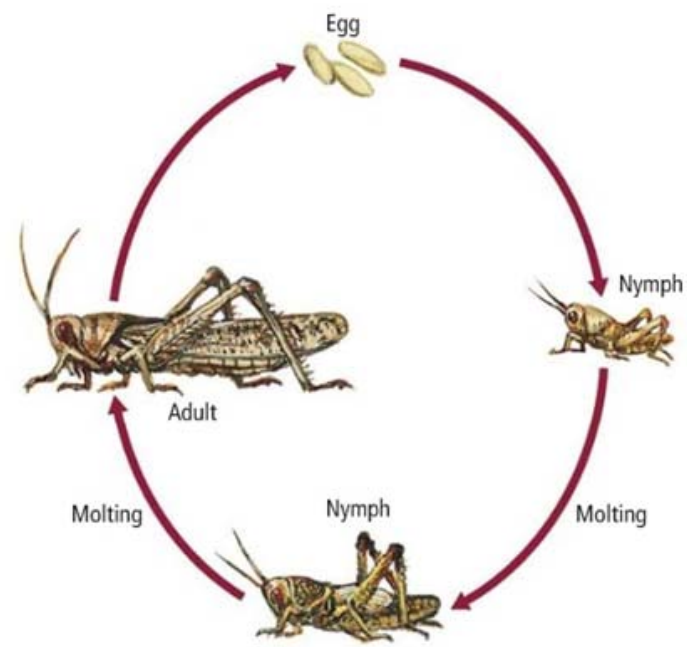
- **juvenilná fáza**
 - diferenciácia pletív a rast
- **reprodukčná fáza**
 - dospelosť, pohlavná zrelosť, rozmnožovanie
 - jednorazová, opakovaná
- **postreprodukčná fáza**
 - staroba, senilita a smrť

ideálny „naprogramovaný“
cyklus nedosiahne každý
jedinec...

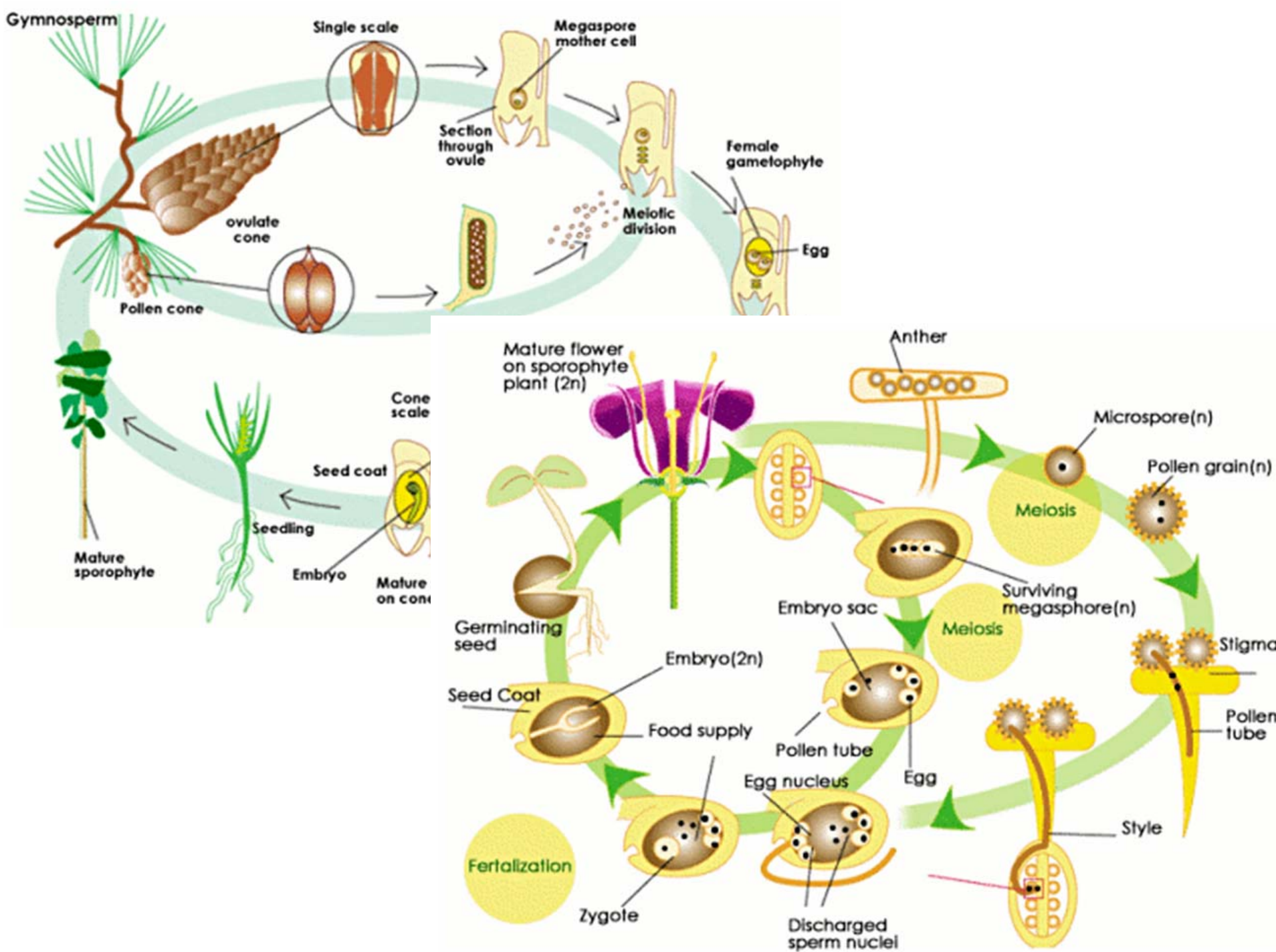




Complete metamorphosis



Incomplete metamorphosis



Reprodukcia



- **generatívna**
 - pohlavné rozmnožovanie
- **vegetatívna**
 - nepohlavné
 - šírenie rastlín výbežkami, vegetatívnymi orgánmi
 - cibulky, vetvy, časti koreňov...
 - jednobunkové org.
 - živočíchy – polypy
- **biotický reprodukčný potenciál**
 - množstvo vyprodukovaného reprodukčného materiálu a potomstva
 - výtrusy, semená, vajíčka, juvenilné jedince
- **odpor prostredia**
 - reálna reprodukcia a prežívanie populácií

Vegetatívne rozmnožovanie

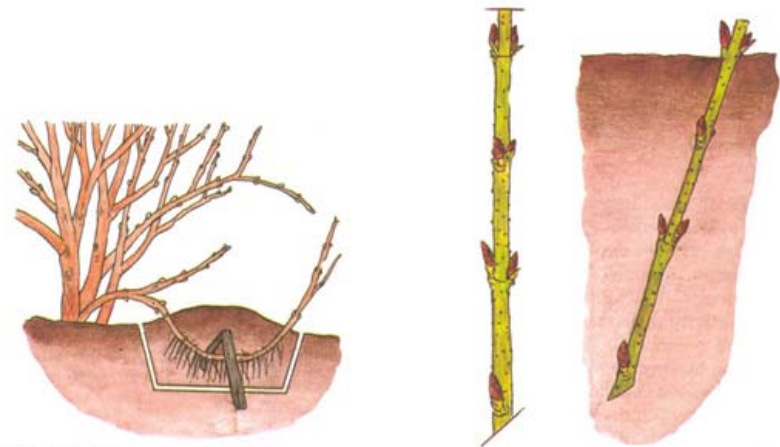
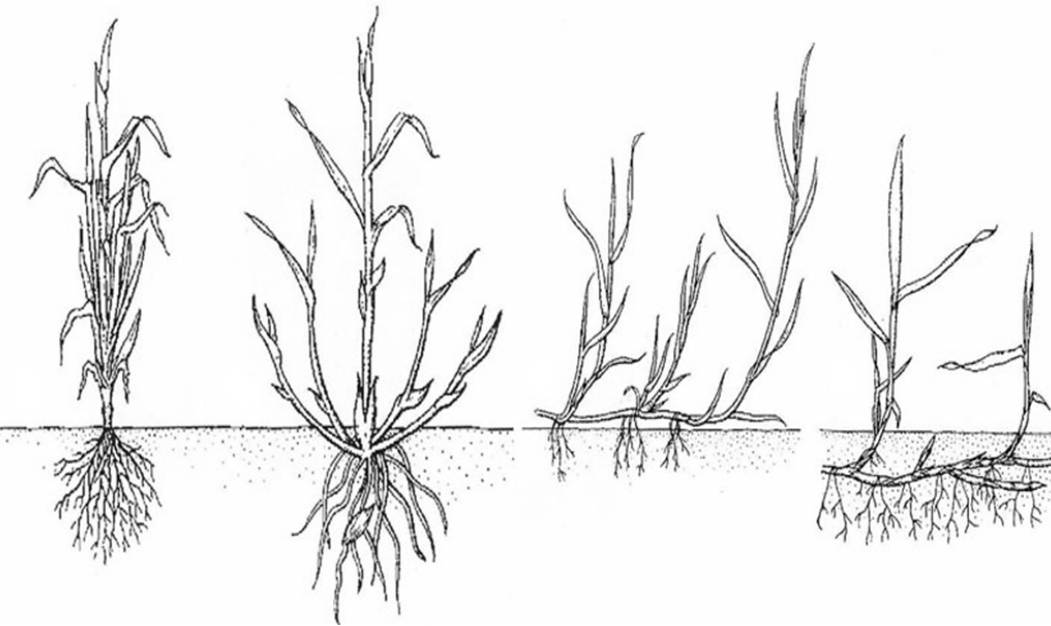


- priehradočné delenie - z jednej bunky
 - baktérie, riasy, prvoky
- pučanie
 - kvasinky
- mnohonásobné delenie
 - niektoré huby
- sporogónia
 - tvorba výtrusov (spór) vo výtrusniciach (sporangiách)
- vegetatívne časti rastlín
 - podzemky, poplazy, cibule, hl'uzy alebo časti nadzemných orgánov (vetvy)

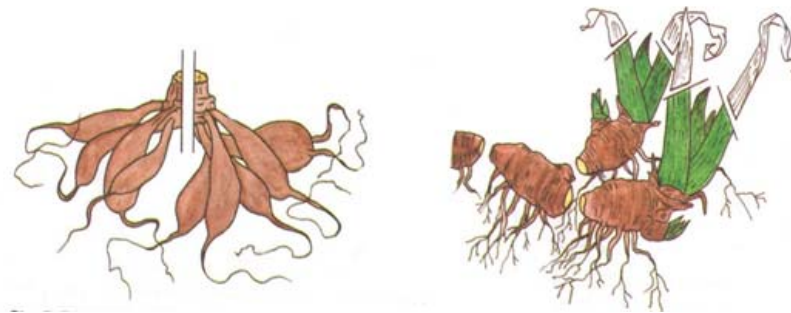
Vegetatívne rozmnožovanie rastlín



Obr. 5. Vegetatívne rozmnožovanie okrasných a ovocných rastlín



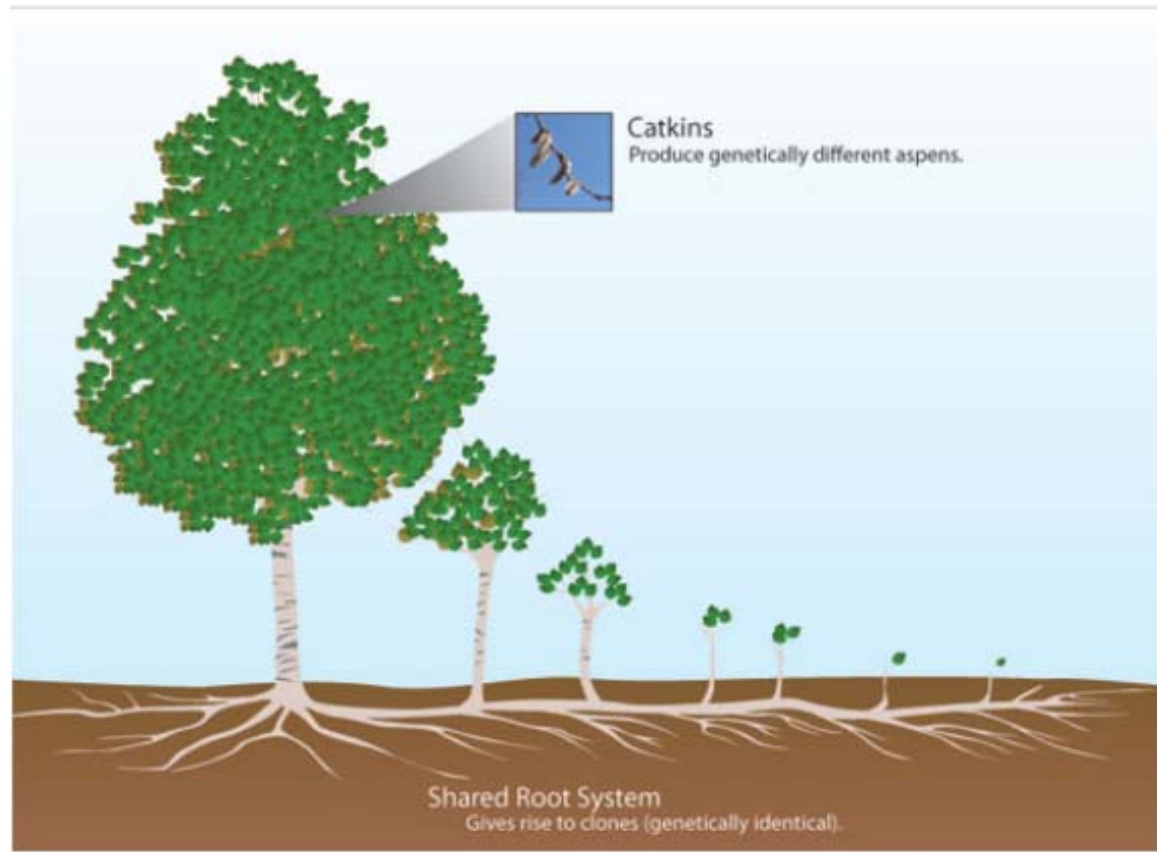
Obr. 6. Vegetatívne rozmnožovanie drevín





expansion výbežkatej trávy *Calamagrostis epigejos* po ťažbe a požiari na rúbanisku

- vegetatívna reprodukcia *Populus tremula* z koreňových výbežkov
 - vznikajú porasty geneticky identických „jedincov“
 - samostatný jedinec vzniká až po oddelení koreňového systému



Typy životných cyklov



diferencujú sa najmä podľa dĺžky a reprodukcie
– podľa množstva energie vloženej do reprod.

- efeméry
 - viac generácií do roka
- jednoročné organizmy
 - jednoročné rastliny a živočíchy
 - prežívajú zimu alebo sucho vo forme semien, vajíčok či vývojových štádií
- viacročné o.
 - počet reprodukčných cyklov
- životné formy rastlín
 - podľa reprodukcie a prežívania zimy/sucha

Životné formy suchozemských rastlín



Období	TEROFYT	GEOFYT	HEMIKRYPTOFYT	CHAMAEFYT	FANEROFYT		
vege- tační						 semeno	
klidu						 přetrvá- vající orgány	 krátkodo- bé orgány
						 pupeny	

Podmienky existencie organizmov



nároky organizmov (evolučne a geneticky dané) musia byť „uspokojené“ podmienkami prostredia

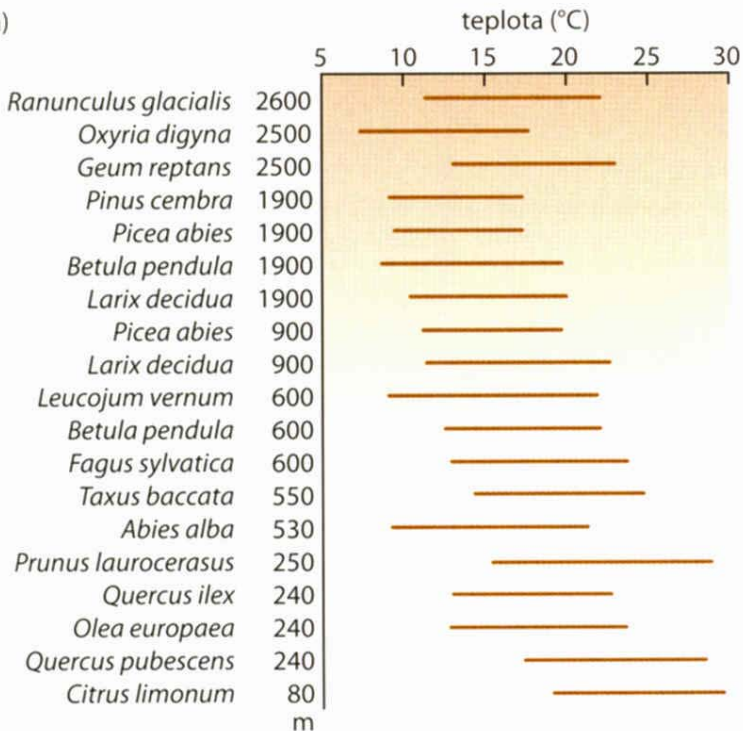
- komplex nárokov (schopností) organizmov a potrebných vlastností prostredia
= **ekologická nika**
- nároky na abiotické prostredie = **základná nika**
- obmedzené biotickými faktormi (konkurencia, predácia, herbivoria...) = **realizovaná nika**
- **voľná nika** – po uvoľnení priestoru (zdrojov) v ekosystéme

voľná nika

- po disturbanciách
- po prirodzenom odumretí organizmu

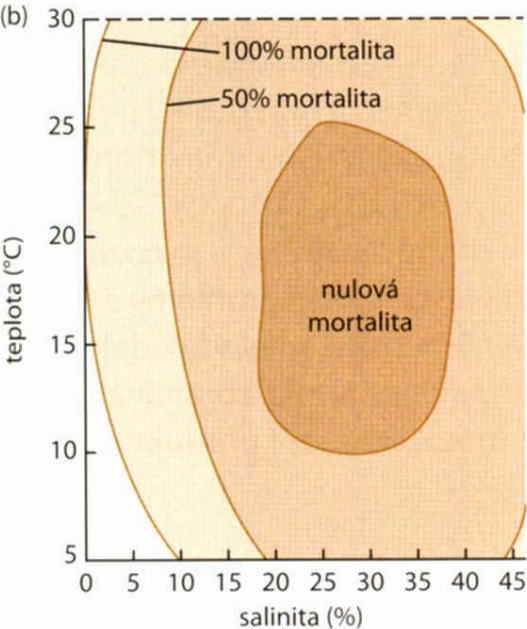


(a)

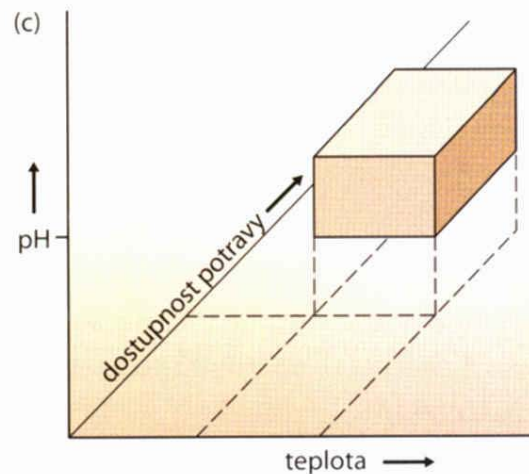


- ekologická nika druhu vyjadrená 1 až 3-rozmerným grafom
- v skutočnosti ide o n-rozmerný vzťah ku všetkým faktorom prostredia

(b)



(c)



Ekologické zákony



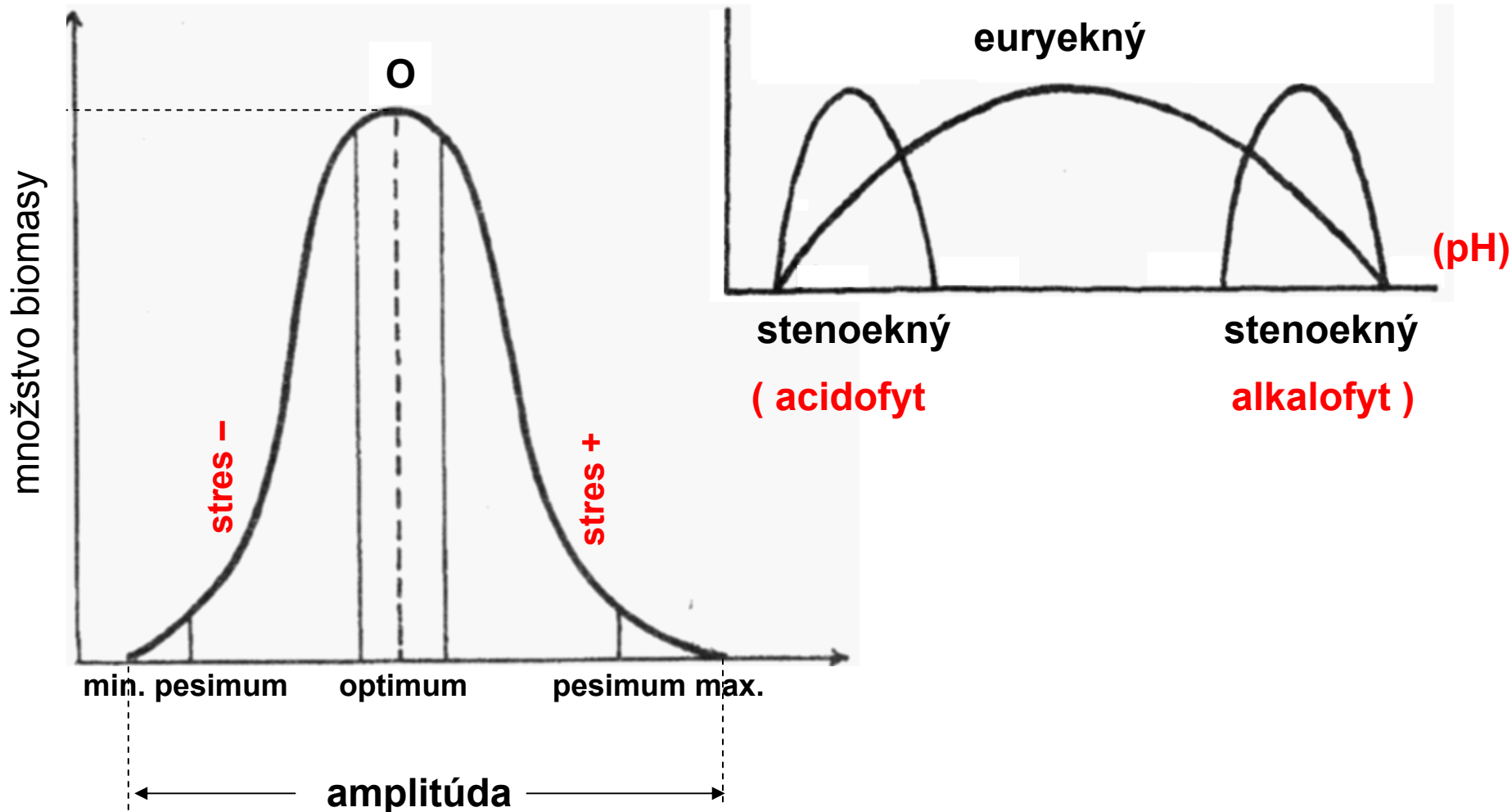
- zákon tolerancie (Shelford 1913)
 - o rozsahu tolerancie a optimu druhu k faktoru
- zákon minima (Leibig 1840)
 - limitujúci abiotický faktor je ten, ktorý pôsobí relatívne najmenšou intenzitou
 - limitujúce množstvo živín, vody, žiarenia...
- zákon o relatívnom pôsobení faktorov (Lundegardh 1925)
 - o substitúcii (zastupiteľnosť) ecol. faktorov
 - len do určitej miery, zdanlivá substitúcia
 - zákon o relatívnej stálosti stanovišťa (Walter 1951)
 - substitúcia makro- a mikroklimatických podmienok

Vzt'ahy organizmov a prostredia



- **tolerancia** druhu k ekologickým faktorom
 - rozsah „hodnôt“ ktoré druh fyziologicky znáša či potrebuje
- **fyziologická amplitúda** druhu k danému faktoru
 - teoretická – ak sú ostatné podmienky v optime
- **ekologická amplitúda (valencia)**
 - rozsah pôsobenia faktora ktorý daný druh znáša alebo naopak potrebuje v prírodných podmienkach
 - reálna amplitúda obmedzená ďalšími faktormi a kompetíciou
 - minimum, pesimum (stres –), optimum, pesimum (stres +), maximum
 - v optime max. produkcia biomasy, max. reprodukčný potenciál, max. kompetičná schopnosť, max. početnosť (abundancia)
- súbor nárokov = **ekologická konštitúcia druhu**
 - **stenotopné** (stenoekné) – úzke amplitúdy, **špecialisti**
 - **eurytopné** (euryekné) druhy – široké amplitúdy, **generalisti**

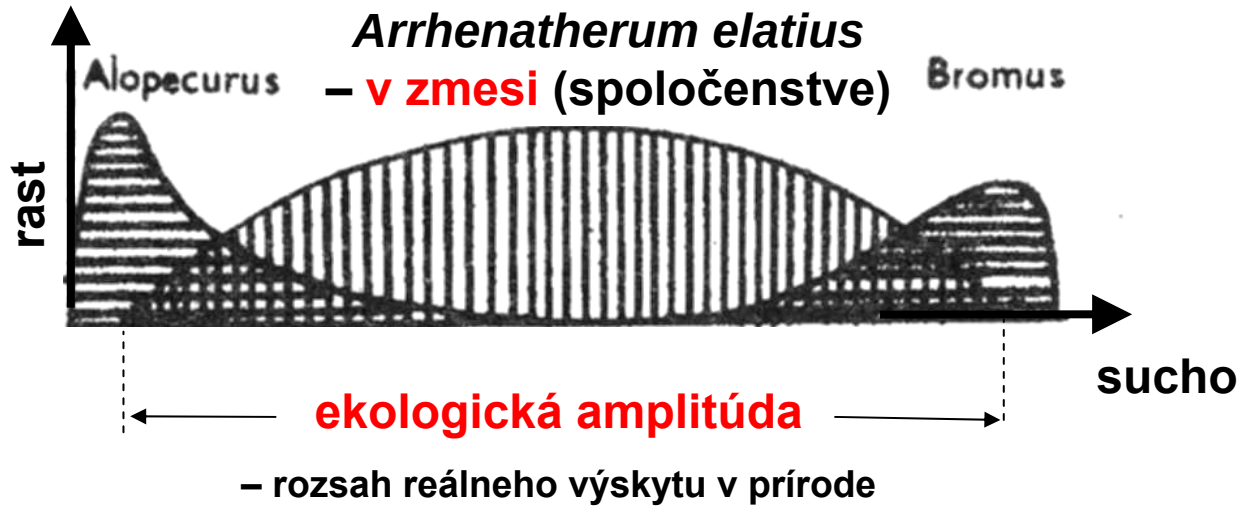
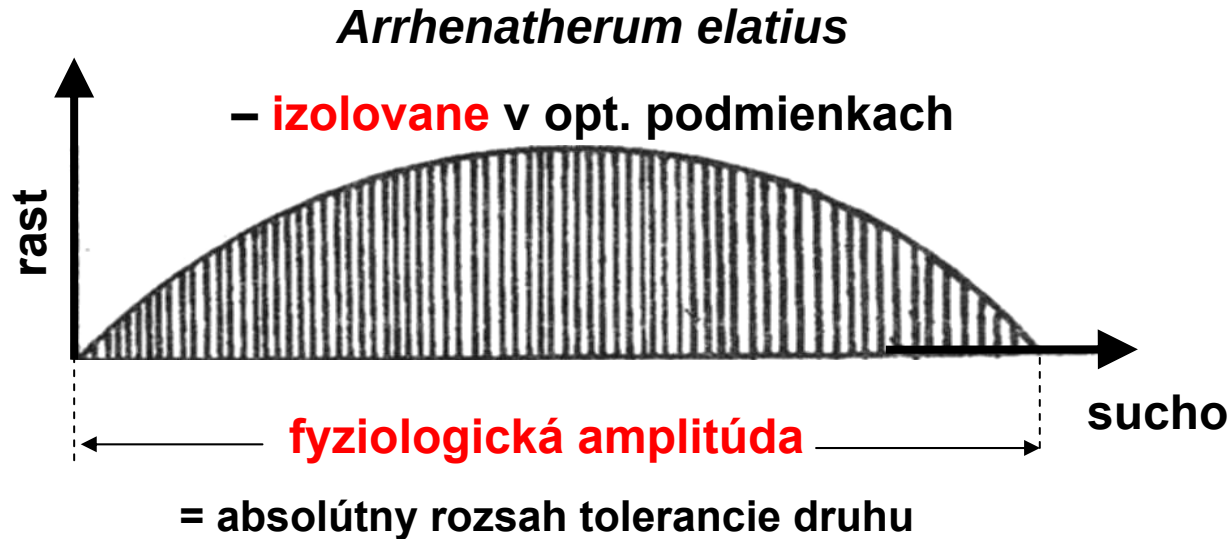
Amplitúda druhu k faktoru



Ekologická amplitúda

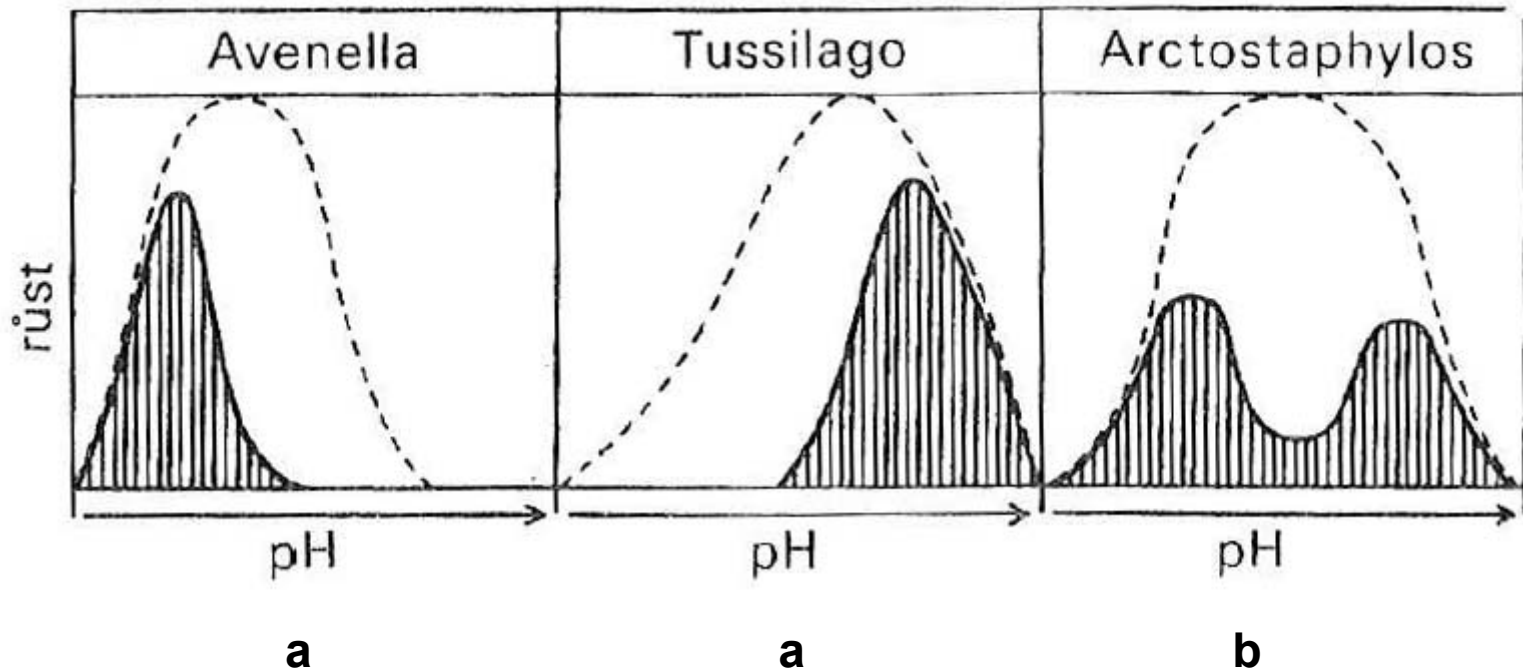


— príklad druhu *Arrhenatherum elatius* rastúceho izolovane a v spoločensve



Posuny optima a amplitúdy

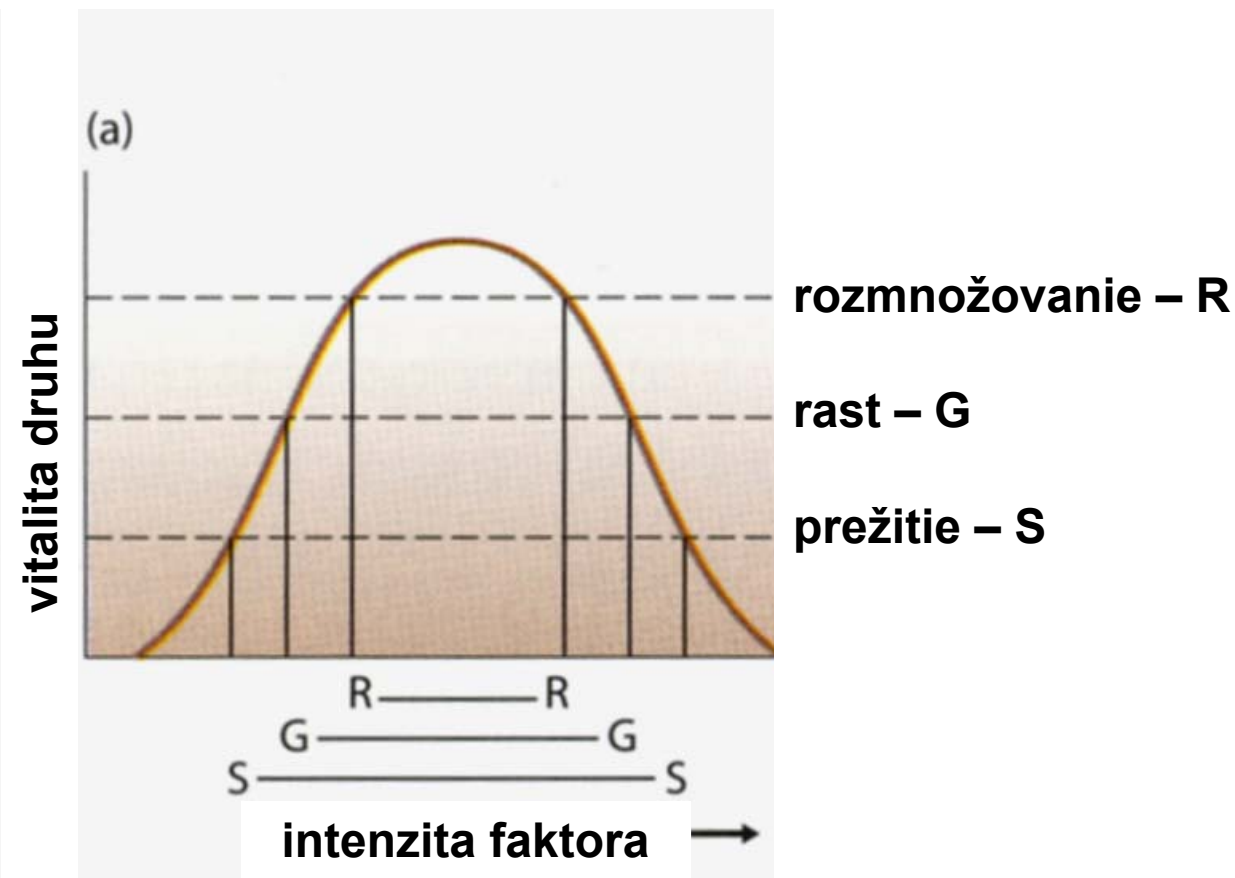
– vplyvom konkurencie



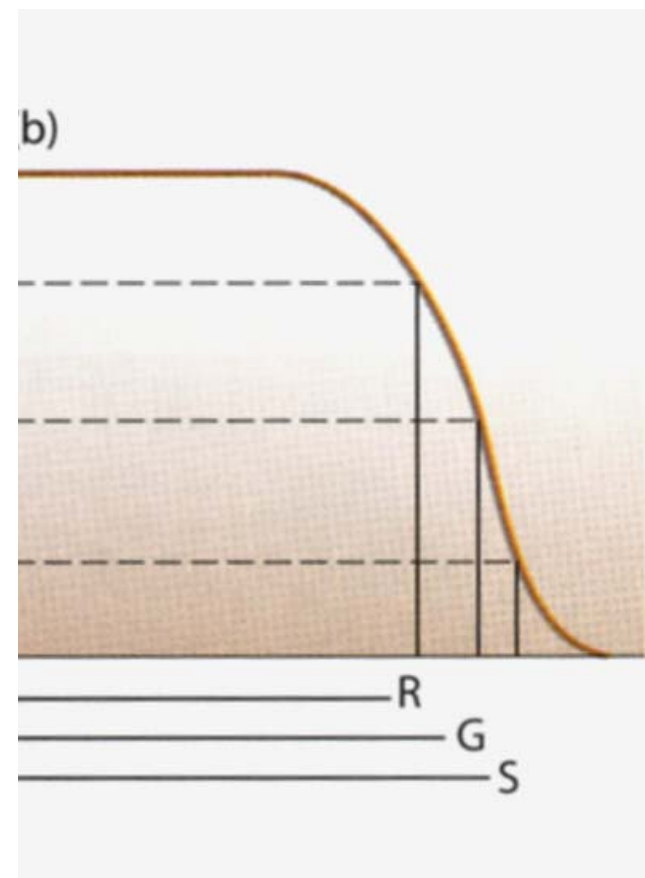
a: jedno optimum posunuté do 1 extrému

b: dve optimá posunuté do oboch extrémov

Amplitúda a vitalita druhu

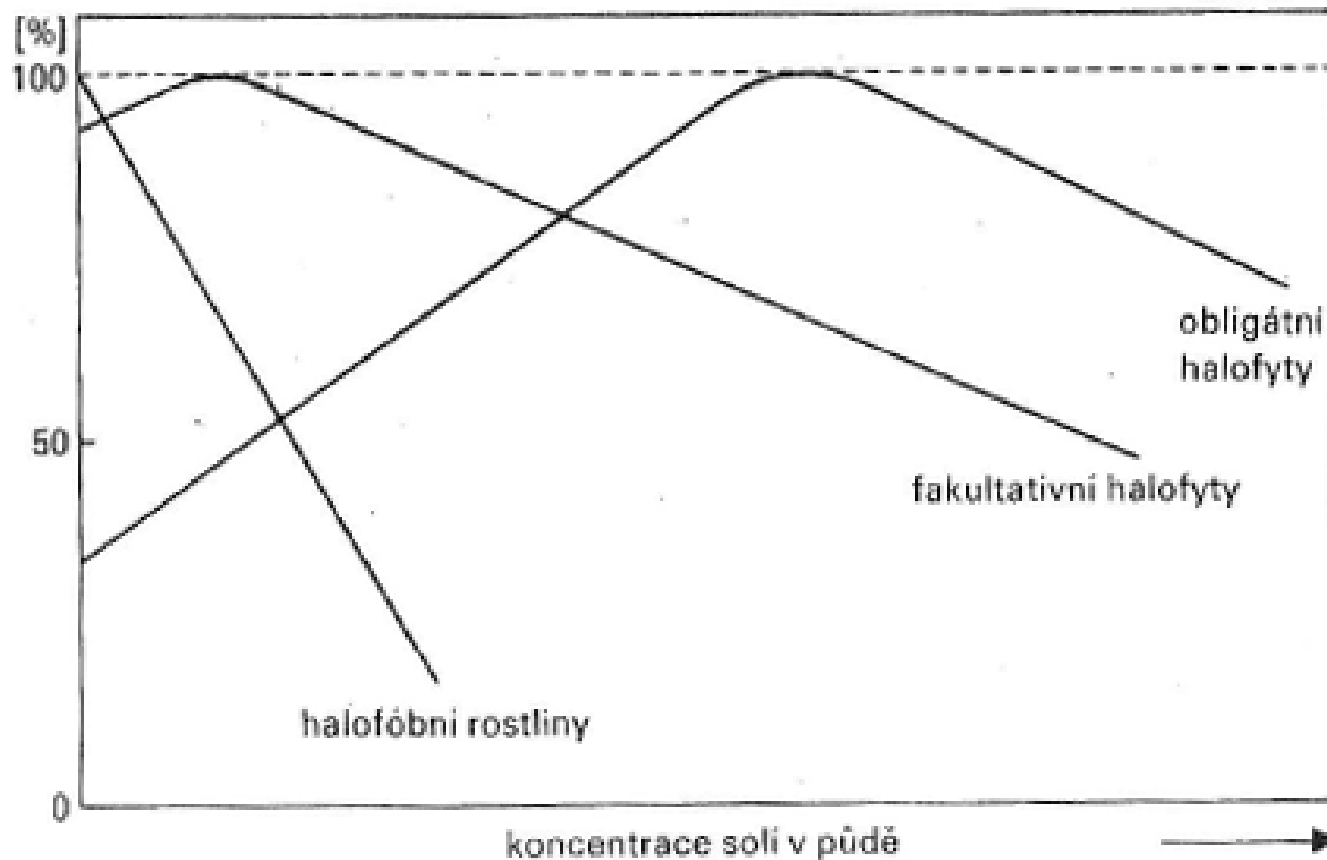


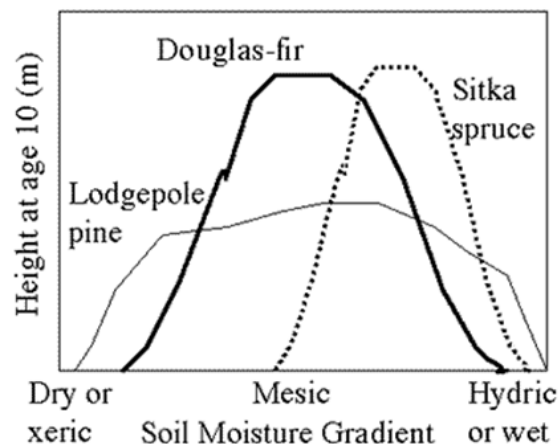
a) napr. pôdna reakcia – pH



b) napr. obsah solí, toxických látok

Rôzne odozvy druhov na rovnaký faktor

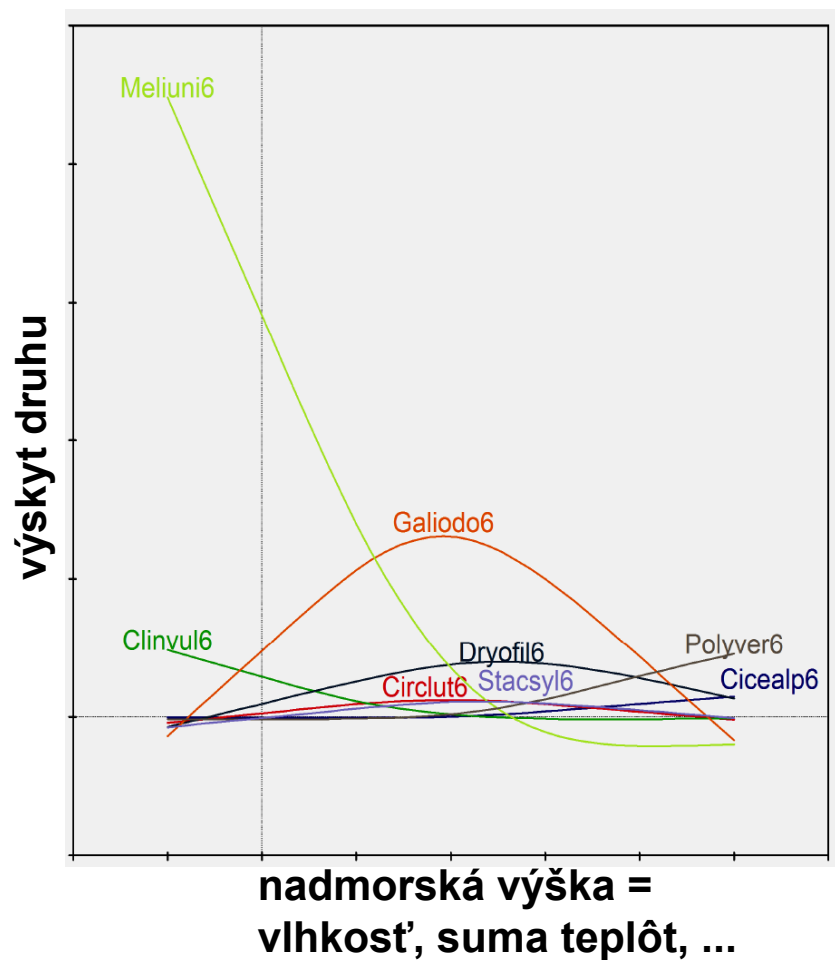
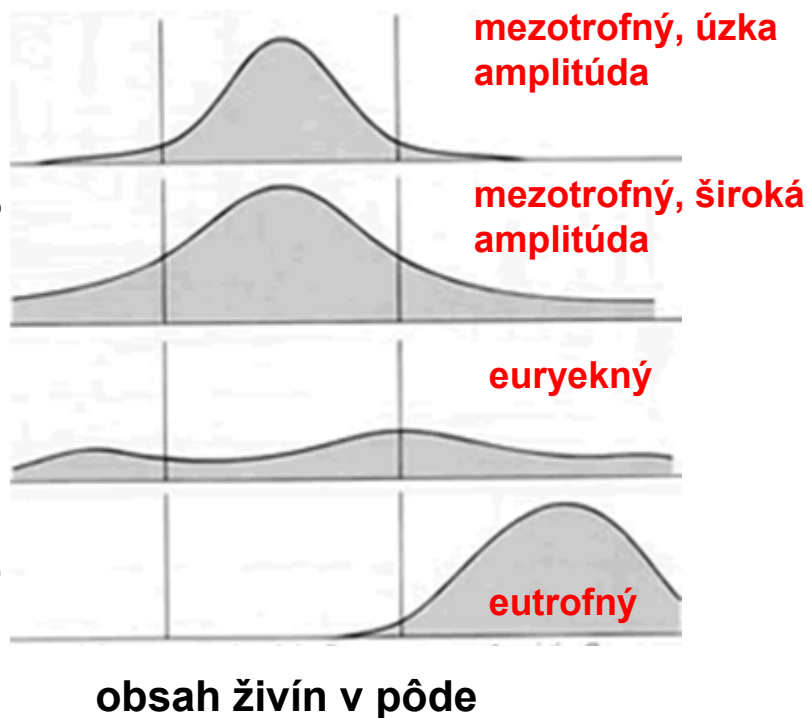




Rôzne typy e. amplitúd a porovnanie amplitúd rôznych druhov

Príklad aplikácie v lesníctve:

<http://www.for.gov.bc.ca/hfp/silviculture/Compendium/DouglasFir.htm>



Adaptácia druhov



- prostredie pôsobí na organizmy (akcia)
- organizmy reagujú na zmeny prostredia (reakcia)
 - prispôsobovanie podmienkam = **adaptácia**
 - súčasná konštitúcia druhu je výsledkom adaptácií v histórii
 - stále prebieha
 - na úrovni jedinca (zmeny v raste a rozmnožovaní), populácie (prírodný výber, zmena genetickej štruktúry) a druhu (dlhodobé fixovanie genetických zmien)
 - fyziologické, morfologické, etologické až fylogenetické zmeny (evolučný vývoj druhov)
- aktivita organizmov spätne modifikuje prostredie
 - väčšinou v prospech ich samotných
 - pri pionierskych druhoch v prospech ďalších

Základné ekologické faktory pre rastliny



6 abio. faktorov podľa Ellenberga et al. (1992)

- svetlo
 - teplota
 - vlhkosť (pôdy)
 - kontinentalita (typ klímy od oceánickej po kontinentálnu)
 - reakcia (pH pôdneho roztoku)
 - živiny (prístupné rastlinám, najmä N, P, K)
- + vzduch – CO_2 , O_2 , pohyb vzduchu

Svetlo



- **solárna konštanta** – $1,38 \text{ kJ.m}^2.\text{s}^{-1}$ (kW.m^2)
 - hustota lúčov kolmo na povrch Zeme
- **slnečné spektrum**: 280–3 000 nm, max. 470 nm
 - rôzne organizmy vnímajú rôzny rozsah spektra
 - človek **380 – 750 nm**
 - = zhruba **FAR – fotosynteticky aktívne žiarenie**
- na povrch Zeme dopadá v priemere 51 % (19–66 %)
 - 24 % priame, 16 % rozptýlené od oblačnosti, 11 % difúzne rozptýlené atmosférou
 - ožiarenosť povrchu závisí od zemepisnej šírky (uhla dopadu lúčov), % oblačnosti, reliéfu, expozície a sklonu svahu, mení sa v priebehu dňa a roka
 - u nás **max. svahy 25–30 stupňov na JV, J a JZ** expozíciách
- **v lesnom podraste** pod clonou stromov prevažuje **difúzne svetlo**
 - **relatívna ožiarenosť (svetelný pôžitok)** oproti 100 % na otvorenej ploche
- **fotoperiodicita**  **biorytmy** organizmov

Adaptácie rastlín na svetlo



- svetlo je nenahradiateľný **zdroj pre autotrofné** (zelené) **rastliny**
- rôzna kvalita, kvantita a priebeh počas dňa, roka, evol. histórie
- ➔ **adaptácie** na úrovni fyziológie, anatómie a morfológie
 - hrúbka, tvar, postavenie listov, formovanie a štruktúra korún drevín (slnné a tienne listy)
- fotoperiodizmus
 - klíčenie, rast a kvitnutie (hormón florigén)
- rôzna senzitivita a nároky na hustotu (množstvo) žiarenia
 - **svetelný kompenzačný bod** = minimálna hustota FAR, kedy viazaný CO_2 vo fotosyntéze prevyšuje vydýchaný CO_2
 - nedostatok svetla – **etiolizácia**
- rastliny podľa nárokov na svetlo:
 - heliofilné (kompenzačný bod $9\text{--}20 \text{ W.m}^{-2} \text{ FAR/deň}$; trvale až 100 % ožiar.)
 - hemiheliofilné, hemisciofilné
 - sciofilné (min. $2,5 \text{ W.m}^{-2} \text{ FAR/deň}$; 0,1 %)
 - *Oxalis acetosella* 1–2 % priameho svetla

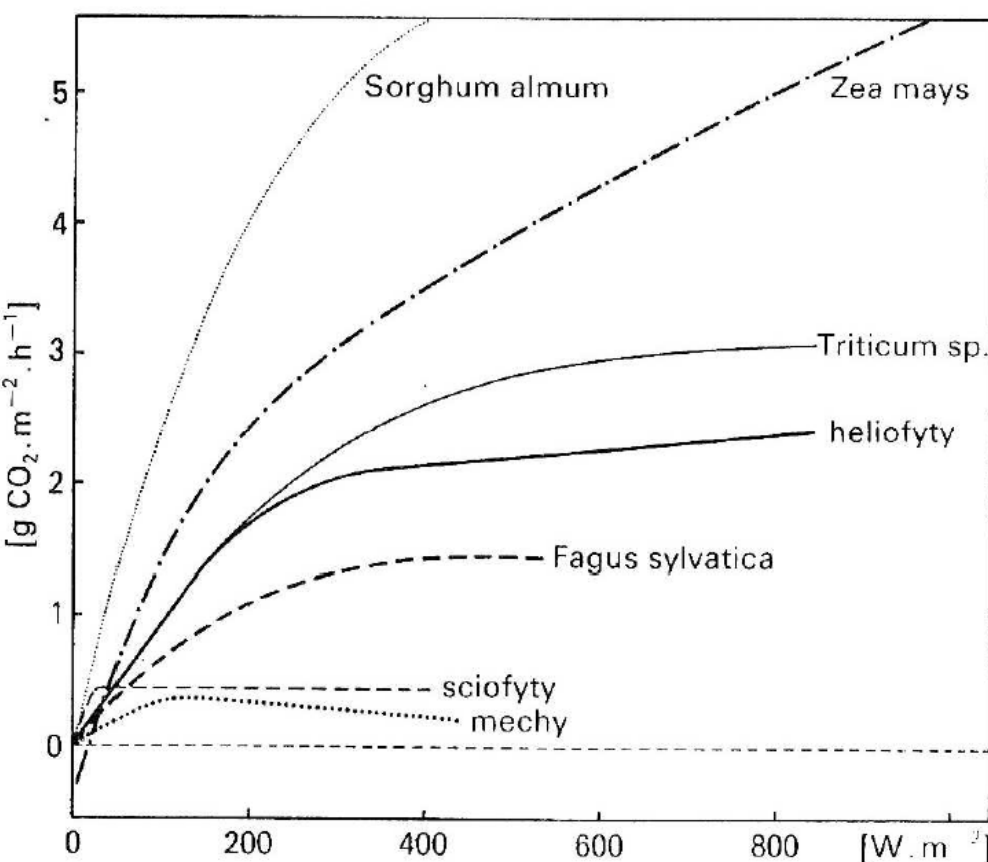


Tenké listy tvorené parenchymatickými bunkami u sciofilného druhu *Oxalis acetosella* sú schopné asimilácie pri 1–2 % priameho svetla

List a žiarenie

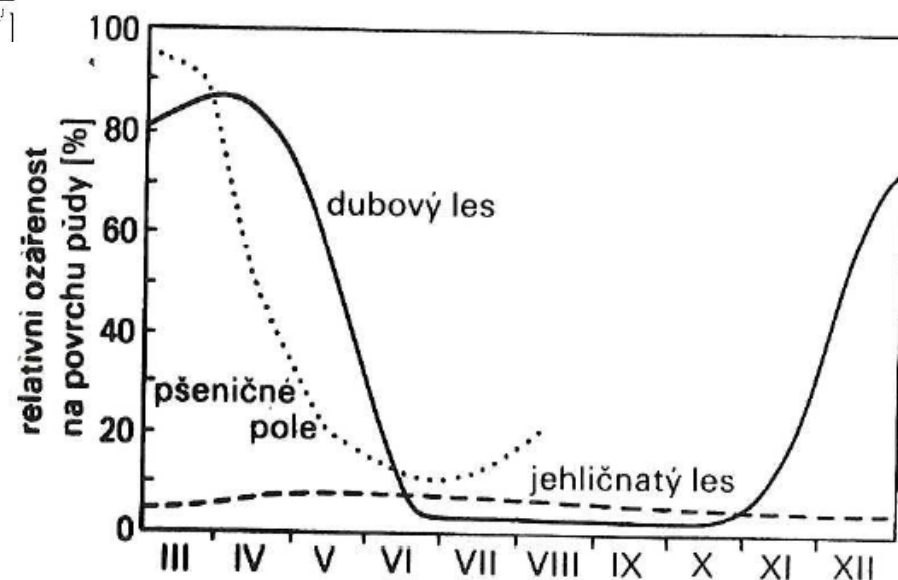


- **reflexia** (odraz)
 - 10 – 20 % kolmo dopadajúcich lúčov,
 - podľa postavenia lista
 - podľa povrchu listu
 - hladké, holé, lesklé viac ako matné, chlpaté
- **absorpcia** (pohltenie)
 - UV v epidermálnych bunkách buňkách
 - 1% z absorbovaného žiarenia využité na fotosyntézu
 - premena na teplo
- **transmisia** (prechod cez list)
 - závisí na hrúbke; 10 – 40 %, tlusté 10 %
 - zmena kvality prevažne dĺžka okolo 500 nm.



Závislosť čistej fotosyntézy od intenzity žiarenia

(za optimálnych podmienok)



**Relatívna ožiarenosť
(svetelný pôžitok) na povrchu pôdy
v priebehu roka v 3 typoch biotopov**



Množstvo priameho svetla za začiatku vegetačného obdobia v bukovom lese kontrastuje s tmným podrastom v hustej kultúrnej smrečine v pozadí.



Bohatý jarný aspekt typický pre listnaté lesy mierneho pásma na živinami dobre zásobených pôdach tvorený rýchle rastúcimi geofytmi s krátkym životným cyklom (*Corydalis cava*).

Svetelné podmienky v lesnom podraze závisia od štruktúry porastu drevín



bk mladina



bk kmeňovina



sm kmeňovina



rozpad v jd-bk pralese

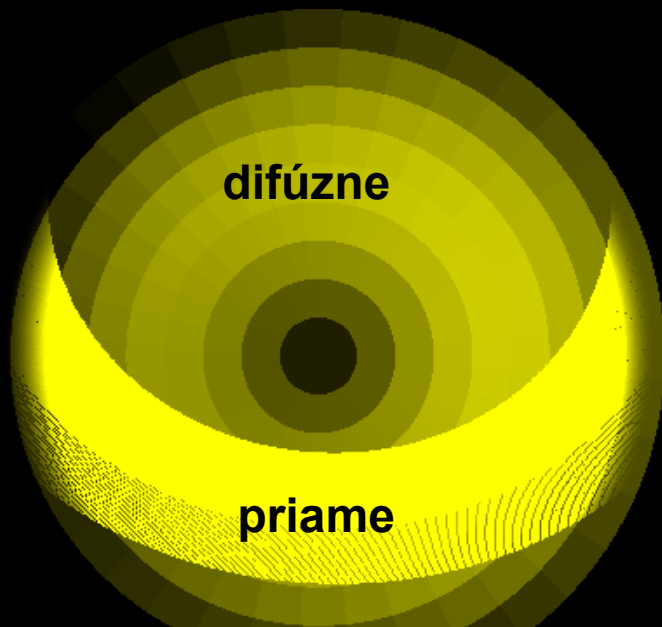


malé rúbanisko



veľké rúbanisko

Množstvo a kvalitu svetla v podrase je možné merať pomocou analýz hemisférických fotografií.



Modelová intenzita žiarenia



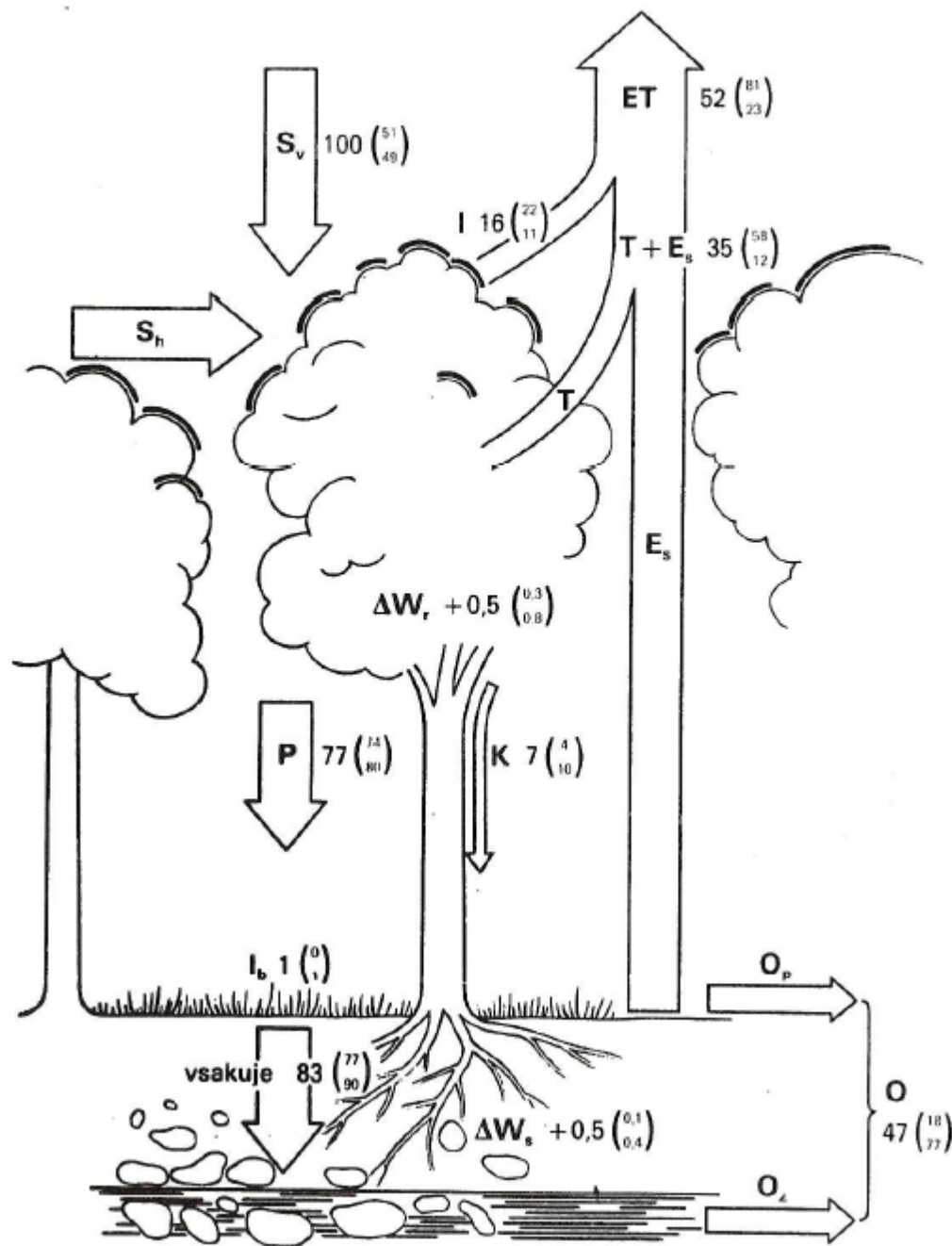
Dráha slnka – podľa zem. šírky



Voda a rastliny



- nevyhnutný **zdroj**
 - väčšinu tela tvorí voda
 - fungovanie základných procesov
 - fotosyntéza
 - transport živín a asimilátov
 - vo vode rozpustené živiny, asimiláty
 - transportné „médium“ v rastlinách
 - rast
 - faktor merateľný ako **vlhkosť pôdy**
 - **percento maximálnej kapilárnej kapacity**
 - závisí od štruktúry pôdy
 - **vodná bilancia stanovišťa** (zrážky, teploty, výpar)
- príjem/výdaj = **vodná bilancia**
 - mierny deficit potrebný pre transpiračný prúd
 - dlhodobý deficit – limitujúci faktor
- **nedostatok**  **strata turgoru – vädnutie**
 - bod vädnutia



S – zrážky

I – intercepcia

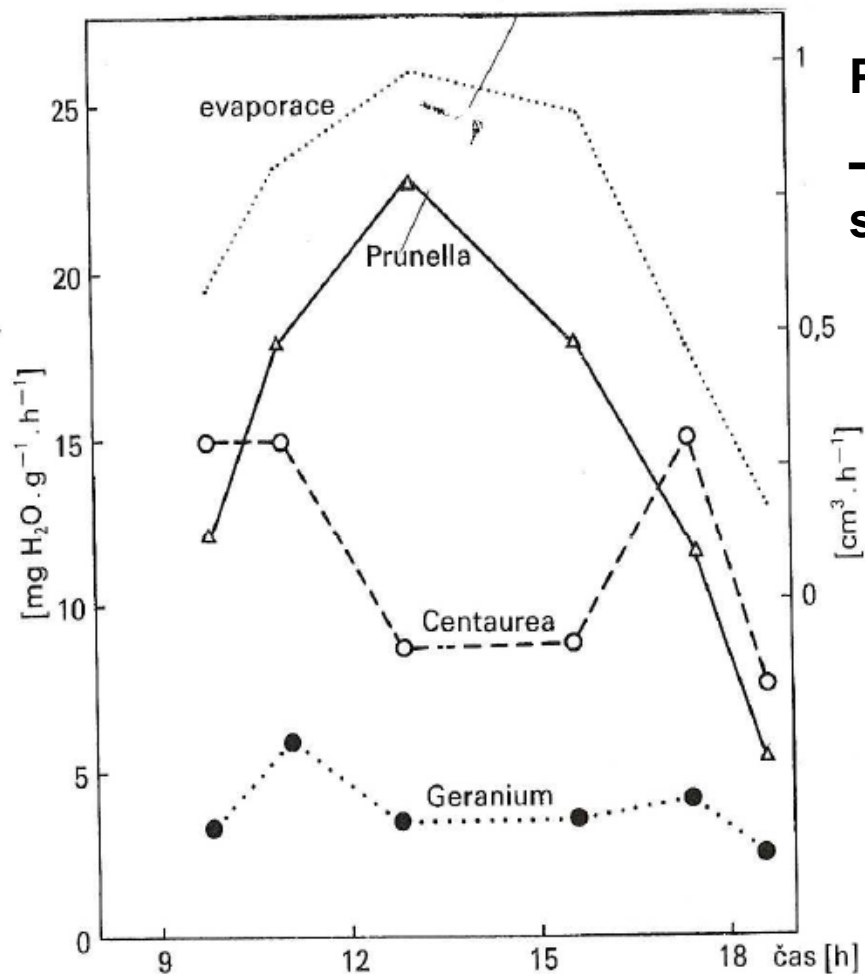
E – evaporácia z pôdy

T – traspirácia

O – povrchový odtok

P – prienik zrážok korunami

K – stok po kmeni



Priebeh transpirácie počas dňa

– pri rôznych druhoch na suchom stanovišti

Typické rychlosti transpirace při otevřených průduších
(g H₂O · m⁻² / oba povrchy listů / h⁻¹)

byliny, heliofyty	150–200
byliny, sciofyty	40–100
dřeviny listnaté	40– 80
dřeviny jehličnaté	40– 55
ostatní vždyzelené rostliny	60

Voda – adaptácie rastlín



- **čerpanie vody koreňmi**
 - významný **nástroj konkurencie** medzi druhmi
 - rôzne **formy koreňového systému**
 - smrek, buk – **plytký** (čerstvo vlhké pôdy)
 - borovica, dub – **hlboký** (presýchavé pôdy)
 - **intenzívny** (hustý – buk) alebo **extenzívny** (riedky – topole, jaseň)
- **výdaj vody**
 - rôzna **intenzita transpirácie**
 - ovplyvňuje fotosyntézu a minerálnu výživu
 - pri nadmernej vlhkosti **gutácia** (bunky **hydatódy**)

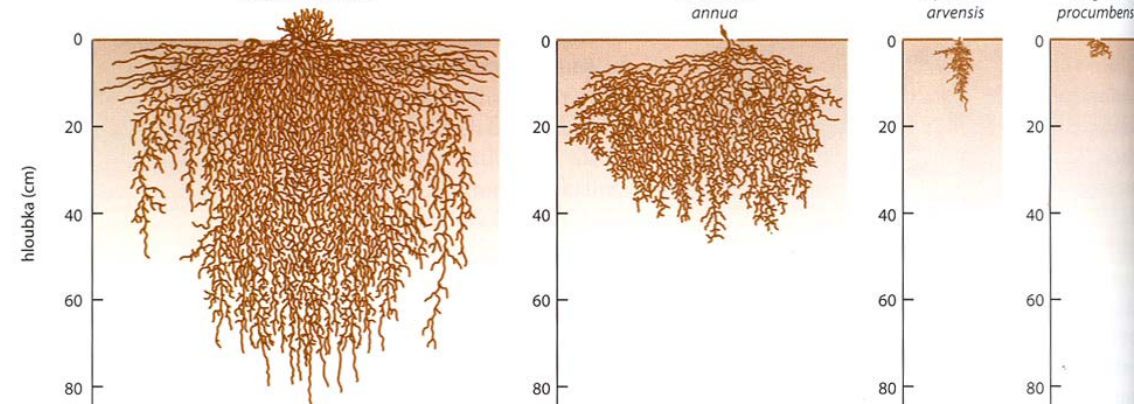
intenzivny

(a) *Lolium multiflorum*

(b) *Mercurialis annua*

(c) *Aphanes arvensis*

(d) *Sagina procumbens*



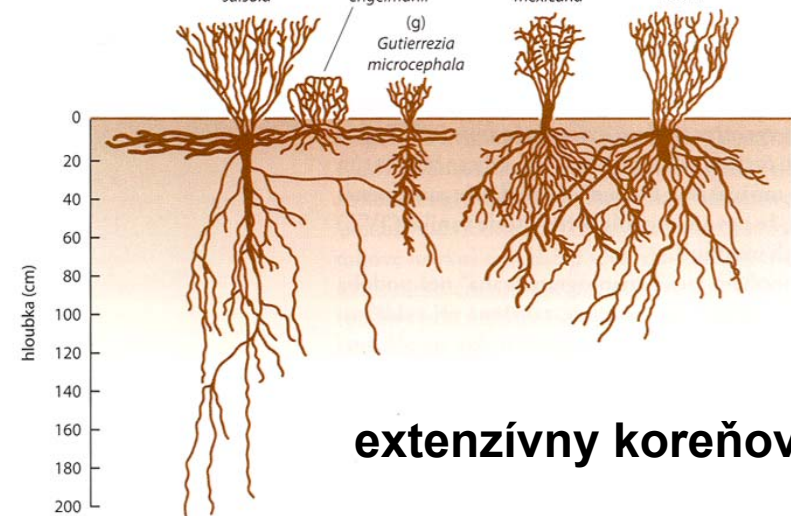
(e) *Hymenoclea salsola*

(f) *Echinocereus engelmannii*

(h) *Salazaria mexicana*

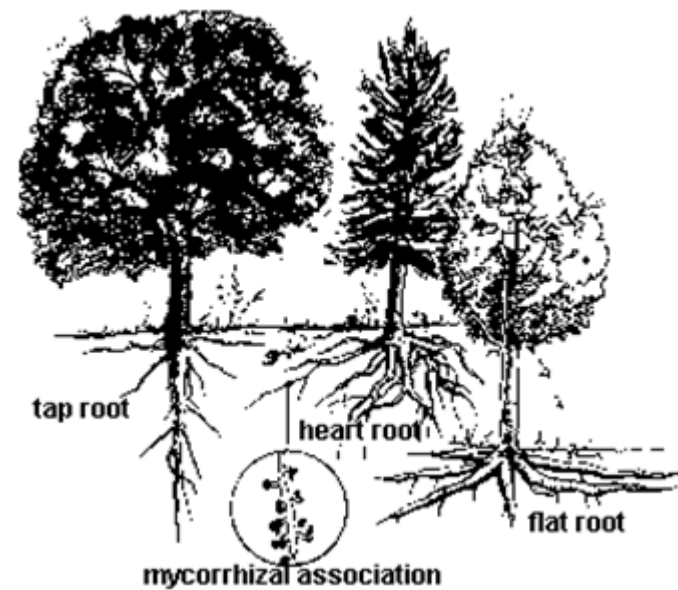
(i) *Salvia dorrii*

(g) *Gutierrezia microcephala*



extenzivny koreňový systém

kolový, srdcovitý a plochý koreňový systém stromov



Voda – adaptácie rastlín



- **na nedostatok vody**
 - zväčšenie koreňového systému
 - zvýšenie sacej sily koreňov
 - znížením minimálneho vodného potenciálu koreňov
 - xeromorfná modifikácia listov a stonky
 - kutikula, trichómy, malé epidermálne bunky a prieduchy (často ponorené, zakryté, rýchlo sa zatvárajúce)
 - špecifické metabolity (kaktusy)
 - zníženie plochy listov, opad listov pri suchu
 - afilné typy rastlín (len zelená stonka)
 - stáčanie plochých listov
 - nárast pomeru podzemnej ku nadzemnej biomase nad 1,0
 - zásobné pletivá
 - voda v stonkách a listoch u sukulentov
 - dormancia v obdobiach sucha
 - obdobie vegetačného klľudu ako v zime
 - znášanie vyschnutia protoplazmy
 - lišajníky, machorasty

Voda – adaptácie rastlín



- na nedostatok kyslíka pri hydro(hygro)fytoch
 - **20 x menej kyslíka** v chladnej vode oproti vzduchu; s teplotou obsah kyslíka ešte klesá
 - dýchacie korene
 - negatívny geotropizmus
 - barlovité korene
 - nad povrchom vody (pôdy)
 - aerenchymatické pletivá
 - v stonkách a koreňoch (*Typha*, *Juncus*, *Scirpus*...)





mangrovy v braktickej vode



Alnus glutinosa

Voda – ekologické typy rastlín



- **hydrofyty – vodné rastliny**
 - vo vode alebo pod hladinou, nedostatok kyslíka
 - zakorenené, nezakorenené, plávajúce
 - *Nymphaea*, *Chara*, *Lemna*, **žiadna drevina**
- **hygrofyty – vlhkomilné rastliny**
 - v trvalo alebo striedavo mokrej pôde
 - *Caltha*, *Typha*, ... *Alnus*, *Salix*, ...
- **mezofyty – druhy čerstvo vlhkých pôd**
 - vlhkosť kolíše medzi bodom vädnutia a max. kapilárnou kapacitou
 - pôda nie je dlhodobo (napr. mesiac vo veget. období) veľmi mokrá ani celkom suchá
 - *Galium odoratum*, ..., *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*...
- **xerofyty – suchomilné rastliny**
 - znášajú dlhšie preschnutie pôdy
 - sukulenty – zásoby vody v pletivách
 - sklerofyty – vysoký podiel sklerenchymu

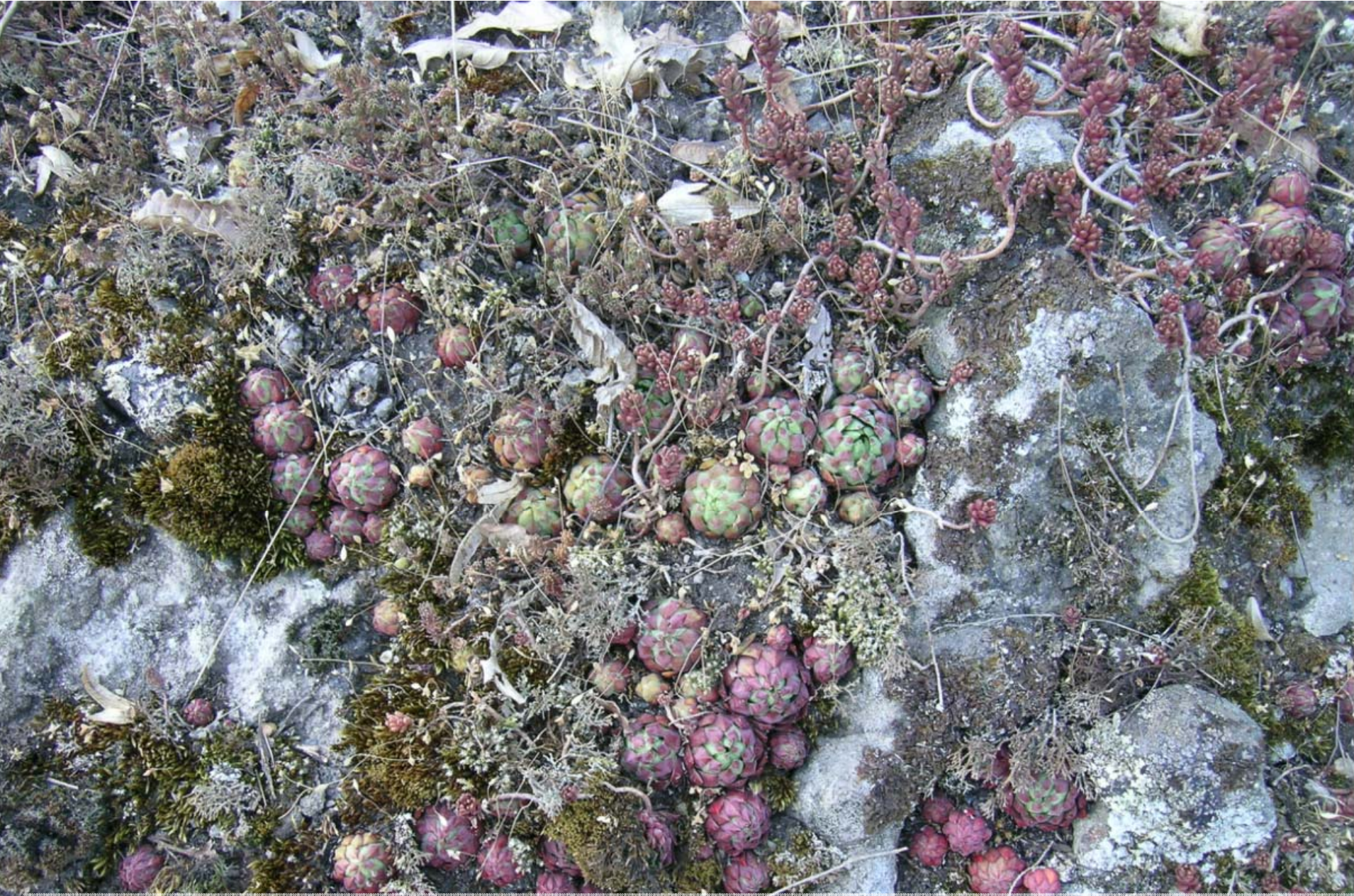


Adaptácie na sucho u xerofytov

- dužnaté listy u sukulentov (*Sedum acris*)
- priečne skrútené niťovité listy (*Stipa* sp.)
- voskový povrch (*Festuca pallens*)



Na extrémne suchej plytkej pôde na andezitových pyroklastikách prirodzene prevládol úzkolistý xerofyt *Festuca pseudodalmatica*



Priamo na skalách prežijú len lišajníky a machy, ktoré prežijú úplné vyschnutie organizmu alebo sukulenty, ktoré si vodu načerpajú do parenchymatických pletív tesne po daždi (*Jovibarba hirta*, *Sedum album*, *S. sexangulare*)

Quercus pubescens



Adaptácie xerofilných drevín

- chlpaté, tvrdé (sklerenchymatické) listy mediteránnych druhov dubov
- izolujúci korok pri korkovom dube (*Q. suber*)

Quercus ilex



Quercus suber

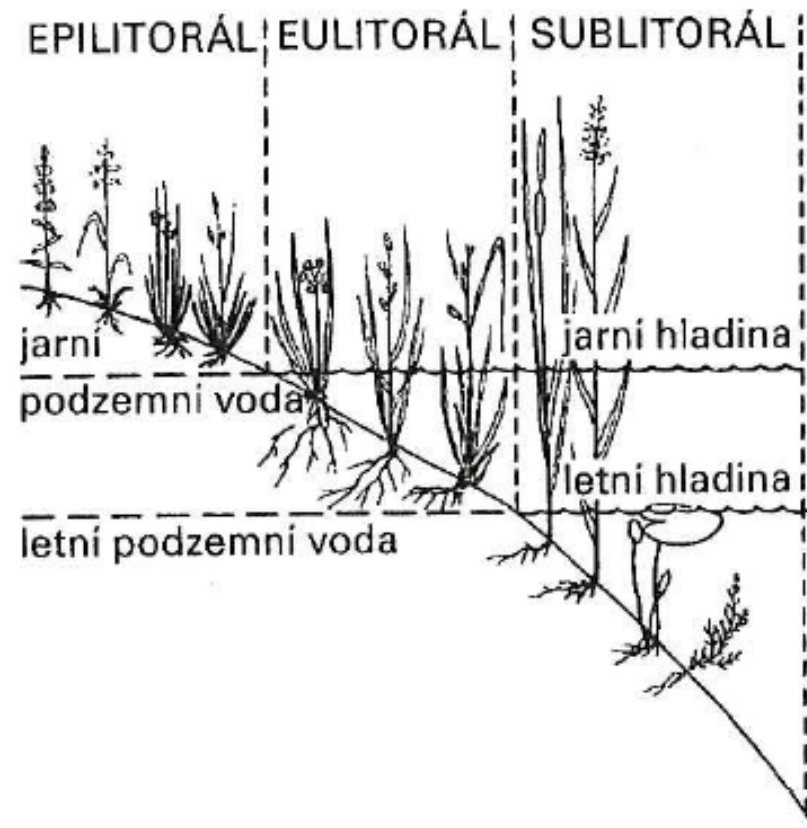


Photo [regard perché](#)

Vodné rastliny



- **mikrofyty**
 - fytoplanktón
- **makrofyty**
 - cievnaté rastliny a machorasty
 - v sublitoráli
 - **natantné** (listy plávajúce na hladine) a **submerzné** (ponorené) hydrofyty
 - v eulitoráli
 - **emerzné** (vynorené) hydrofyty a hygropyty
 - v epilitoráli – hygropyty



***Nymphaea alba* – natantný druh
zakorenený na dne**



***Lemna minor* – plávajúca na
hladine, rýchlo sa vegetatívne
množí v eutrofných vodách**

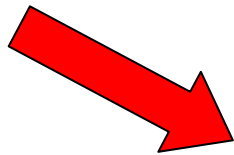


***Myriophyllum spicatum* – submerzný druh zakorenený na
dne a celý ponorený pod hladinou**

Fytoindikácia podmienok prostredia



- známe nároky rastlín
- väzba na stanovište



» možnosť odhadu základných faktorov na základe výskytu druhov rastlín a ich kvantitatívneho pomeru

- napr. výskyt acidofilného druhu znamená, že pôda musí byť kyslá, inak by tu daný druh nemohol prežiť
- najrýchlejšia a finančne najefektívnejšia metóda stanovenia prírodných podmienok prostredia

Fytoindikácia podmienok prostredia



- analýza podľa ekoindexov = **ekoanalýza**
 - Ellenberg et al. (1992)
 - Ambros (1986, 1991)
 - na základe Zlatníka (1970)
 - Jurko (1990)
 - Zólyomi (1967)
 - Landolt (1977)
- typy stanovišť podľa ekologických skupín druhov
 - Križová, Nič (2012) – lesnícka typológia
 - Ellenberg (1963) – opadavé lesy str. Európy